ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUIN 1920.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DESLANDRES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après l'élection d'un Correspondant, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Je dois vous annoncer une bien triste nouvelle qui m'est communiquée à l'instant même. Notre éminent confrère, M. **Adolphe Carnot**, membre libre de notre Académie, est décédé ce matin à Paris.

Il portait un nom célèbre dans les annales de notre Histoire. Son grand-père Lazare Carnot, son père et son frère ont occupé les plus hautes fonctions de l'État, et son oncle a attaché le nom des Carnot à l'une des plus grandes lois de la physique. Il a été le digne continuateur de ses illustres devanciers; et, à la fois sur le terrain politique et le terrain scientifique, il a maintenu les grandes traditions de sa famille.

Sorti de l'École Polytechnique dans les premiers rangs avec le titre d'ingénieur, il a été attaché pendant de longues années, comme professeur, puis comme directeur, à notre École nationale des Mines. Il s'est consacré principalement à l'Analyse des substances minérales, et a réalisé des progrès importants dans cette branche de la Chimie dont l'importance pratique est considérable. Plus tard il a été placé à la tête de la Grande Compagnie du Gaz parisien.

Il était assidu à nos séances, et ses avis portaient la marque d'un jugement très sûr et d'une expérience peu commune. Toujours simple et modeste, il avait conquis rapidement l'estime et le respect de tous ses confrères.

La perte nous est extrêmement pénible et l'Académie adresse à son illustre famille ses très sincères condoléances.

Je lève la séance publique en signe de deuil.

ÉLECTIONS.

En remplacement de M. *Boulvin*, décédé, M. **L. Torres Quevedo**, à Madrid, est élu Correspondant pour la Section de Mécanique, par 33 voix contre 1 à Sir George Greenhill.

CORRESPONDANCE.

MM. **L.-E. Dickson**, **Ch. Riquier**, élus Correspondants pour la Section de Géométrie, et M. **Pierre Weiss**, élu correspondant pour la Section de Physique générale, adressent des remercîments à l'Académie.

M. **G. de Gironcourt** adresse un Rapport sur l'emploi qu'il a fait des subventions que l'Académie lui a accordées en 1913 et en 1914 sur les *Fonds Bonaparte*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Fonctions de l'hyperparaboloïde de révolution et fonctions hypersphériques*. Note de M. **Pierre Humbert**, présentée par M. Appell.

Le but de cette Note est d'établir la proposition suivante :

Il existe, entre les polynomes hypersphériques zonaux et les fonctions de l'hyperparaboloïde de révolution, une connexion semblable à celle qui existe entre les polynomes de Legendre et les fonctions du cylindre parabolique.

Rappelons tout d'abord la définition suivante [1] : si deux équations différentielles linéaires et homogènes (E) et (D) sont telles qu'en dérivant n fois par rapport à la variable indépendante l'équation (D), on retombe sur l'équation (E), nous dirons que (D) est l'*équation de Didon* de (E). La

---

[1] Cf. *Comptes rendus*, t. 167, 1918, p. 523, et *Nouv. Ann. de Math.*, 4e série, t. 19, décembre 1919.

définition s'étend sans peine à un système d'équations aux dérivées partielles, en considérant des dérivées prises m fois par rapport à x et n fois par rapport à y.

Ceci posé, considérons l'équation des polynomes de Legendre

$$(E_1)\qquad (x^2-1)y''+2xy'-n(n+1)y=0,$$

et son équation de Didon

$$(D_1)\qquad (x^2-1)z''-2(n-1)xz'-2nz=0.$$

Dans cette dernière équation, remplaçons x par $\frac{x}{\sqrt{n}}$, puis faisons croître n indéfiniment, nous obtenons à la limite l'équation

$$(D_2)\qquad z''+2xz'+2z=0,$$

qui est à son tour l'équation de Didon de

$$(E_2)\qquad y''+2xy'+2(n+2)y=0.$$

Or, cette équation (E_2) est vérifiée par

$$y=x^{-\frac{1}{2}}e^{-\frac{x^2}{2}}W_{-\frac{n}{2}-\frac{3}{2},-\frac{1}{4}}(-x^2),$$

où W est la fonction à une variable de M. Whittaker, qui, comme on sait, est une des fonctions du cylindre parabolique, lorsque son deuxième indice est égal à $-\frac{1}{4}$. On voit ainsi de quelle nature est la connexion que nous signalions pour le cas d'une variable.

Dans le domaine à deux variables, considérons alors les polynomes hypersphériques zonaux $V_{m,n}(x, y)$, étudiés par Hermite et Didon, et rattachés par M. Appell au potentiel dans l'espace à quatre dimensions. Ces fonctions jouent précisément le même rôle que les polynomes de Legendre. Or, elles satisfont à un système (S_1) d'équations aux dérivées partielles du second ordre, dont le système de Didon est

$$(\Delta_1)\qquad \begin{cases}(1-x^2)r-xys+(N-3)px+Nqy+2Nz=0,\\ (1-y^2)t-xys+Npx+(N-3)qy+2Nz=0,\end{cases}$$

avec $N=m+n$. Remplaçant x et y par $\frac{x}{\sqrt{N}}$ et $\frac{y}{\sqrt{N}}$, et faisant croître N indéfiniment, nous obtenons à la limite le système (dont nous n'écrivons qu'une équation)

$$(\Delta_2)\qquad r+px+qy+2z=0$$

qui est à son tour le système de Didon de

$$(S_2) \qquad r + px + qy + (m+n+2)u = 0.$$

On vérifiera sans peine que ce système est satisfait par la fonction

$$u = x^{-\frac{1}{2}} y^{-\frac{1}{2}} e^{-\frac{1}{4}(x^2+y^2)} W_{-\frac{m+n+1}{2}, -\frac{1}{4}, -\frac{1}{4}}\left(-\frac{x^2}{2}, -\frac{y^2}{2}\right),$$

où W est la fonction à deux variables que nous avons définie récemment, et qui, lorsque ses deux derniers indices sont égaux à $-\frac{1}{4}$, est du type des fonctions de l'hyperparaboloïde de révolution ([1]). Le rapprochement avec le cas d'une variable établit donc la proposition annoncée.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le choix de la densité de remplissage dans la conception des moteurs d'aviation à explosions.* Note de M. **Jean Villey**, présentée par M. G. Kœnigs.

L'aviation, au moment où les circonstances de guerre ont exigé un développement extrêmement rapide, se trouvait en présence des résultats considérables acquis par les progrès antérieurs de la technique automobile. Elle a naturellement transporté sur les avions les moteurs à explosion très poussés, dits *de course*, étudiés pour l'alimentation dans l'atmosphère normale du sol ; elle les a fait évoluer très rapidement aux points de vue de la puissance unitaire et de l'allégement des pièces, mais beaucoup plus timidement au point de vue de la conception thermodynamique.

Il est intéressant d'étudier maintenant, à loisir, le problème du moteur d'aviation considéré en soi, abstraction faite des facteurs historiques rappelés ci-dessus. En particulier, le moteur d'aviation est destiné à fonctionner non dans une atmosphère donnée et invariable, mais dans de l'air à densités très diverses ; on peut se demander quelle est la densité de remplissage des cylindrées D la plus avantageuse à choisir dans la conception d'un tel moteur.

Nous nous bornerons au cas des moteurs à explosion, seuls utilisés jusqu'ici, laissant en particulier de côté les moteurs à combustion progressive par injection, qui apporteront peut-être des solutions très intéressantes (parce qu'ils suppriment l'incompatibilité entre le remplissage à forte densité et la compression élevée).

([1]) *Comptes rendus,* t. 170, 1920, p. 564, 832, 1152.

Nous les supposerons munis d'hélices réglables capables d'absorber à toute altitude la puissance normale pour laquelle le moteur est conçu et construit. Il est sous-entendu que, aux diverses altitudes z, on peut faire intervenir soit un appareil de suralimentation forcée, soit un limiteur d'admission, pour réaliser la densité de remplissage D choisie, lorsqu'elle est, soit plus grande, soit plus faible, que la densité d_z obtenue par alimentation normale à l'altitude z.

Choisir D revient à choisir *l'altitude de construction* Z, c'est-à-dire l'altitude où l'alimentation normale donne la densité de remplissage $d_Z = D$. (Dans cette manière de parler, des valeurs de D plus grandes que d_0 seraient représentées par des valeurs négatives de Z.)

Les *altitudes d'adaptation* seront celles pour lesquelles on peut effectivement régler la densité de remplissage à la valeur D choisie, et par conséquent maintenir le moteur à sa puissance normale (pour sa vitesse de régime normal). Elles sont comprises entre deux limites h et H, qui elles-mêmes contiennent Z; on abaisse h au-dessous de Z par le limiteur d'admission, et l'on élève H au-dessus de Z par le suralimenteur.

Le moteur ayant à évoluer, avec son hélice réglable, entre O et son altitude maximum d'évolution normale L, on devra chercher à réaliser les deux conditions simultanées $h \leqq 0$ et $H \geqq L$.

Les considérations qui interviennent dans le choix de Z sont très diverses, et nous allons seulement chercher ici à les classer.

Un certain nombre de conditions sont introduites par des considérations liées uniquement aux appareils auxiliaires de suralimentation et de limitation (prix de revient, complication, sécurité, limites d'efficacité). Par exemple : si l'on ne veut pas utiliser de suralimenteur, on devra faire $Z = L (= H)$; si l'efficacité du suralimenteur est limitée par une condition de la forme $(H - Z) \leqq f(Z)$, on devra satisfaire à $Z \geqq L - f(Z)$; si l'on ne voulait pas employer de limiteur d'admission, il faudrait faire $Z \leqq 0$.

D'autres considérations sont introduites par la recherche de la puissance massique maximum :

Si la faible consommation spécifique tient une place prépondérante (cas des voyages de très longue durée), on sera amené à élever Z (diminuer D) en vue de pouvoir augmenter, sans auto-allumages, le coefficient volumétrique de compression $\rho = \frac{V + v}{v}$, et par là le rendement thermique. On est toutefois limité dans cette voie par une diminution corrélative du rendement mécanique [les pertes par frottements d'inertie restant les mêmes (quel que soit Z) pour les moteurs *à compression maximum* de volume donné, tandis que leur puissance brute diminue en même temps que D].

Si la légèreté du moteur est l'élément primordial (cas des vols de courte durée), on sera amené au contraire à diminuer ρ pour réduire le rapport

entre la pression instantanée d'explosion (à laquelle est lié le poids des pièces) et la pression motrice moyenne (à laquelle est liée la puissance du moteur) : Cela permet d'abaisser Z (augmenter D); on aura effectivement intérêt à user de cette faculté, car la réduction corrélative des dimensions géométriques permet, pour une valeur de ρ et une puissance données, de réduire le poids du moteur et d'améliorer dans une certaine mesure son rendement mécanique. On est toutefois limité dans cette voie par le fait que la suralimentation, toujours possible en principe, coûtera d'autant plus cher (en surcharge; et en puissance absorbée, c'est-à-dire retranchée au moteur) que Z est plus bas au-dessous de H.

On voit combien complexes et contradictoires sont les éléments à faire intervenir pour guider l'expérimentation nécessaire en vue de choisir, pour chaque espèce d'avion, l'altitude de construction Z optimum du moteur.

Considérons, par exemple, le cas où l'on se proposerait de faire voler normalement un avion à l'altitude $H = 11000^m$ et d'utiliser la suralimentation (presque gratuite en puissance absorbée, et peu coûteuse en surcharge) du turbo-compresseur Rateau actuel à aubages simples. Cet appareil ne semble pas pouvoir faire plus que doubler la densité d'alimentation [cas $(H-Z) \leqq f(Z)$], c'est-à-dire donner vers 11000^m la même densité que l'alimentation normale vers 5300^m. Alors Z serait au moins égal à 5300^m; c'est-à-dire qu'il serait rationnel de concevoir et d'étudier le moteur comme l'auraient été les moteurs de course automobile si la densité de l'atmosphère au sol était celle qui règne à 5300^m d'altitude. Si l'on conserve aux pièces les mêmes résistances et les mêmes poids que dans le moteur normal de même volume, on pourra élever le coefficient de compression jusqu'à la valeur maximum admissible ρ_{5300} (voisine de 8, au lieu de $\rho_0 = 4,7$); si l'on prend, au contraire, $\rho < \rho_{5300}$, on pourra garder la même robustesse en réduisant le poids du moteur. Le moteur pourra donc être simultanément :

Suralimenté et *surcomprimé* (au maximum), si $\rho = \rho_{5300}$;
Suralimenté, *surcomprimé*, et *allégé*, si $\rho_0 < \rho < \rho_{5300}$;
Suralimenté, *sous-comprimé*, et *allégé*, si $\rho < \rho_0$.

ASTRONOMIE. — *Sur différents phénomènes observés sur la planète Mars dans la présente opposition.* Note de M. **R. Jarry-Desloges**, présentée par M. Bigourdan.

Les études poursuivies cette année, dans ma station de Sétif, ont fait constater en particulier, sur le disque de la planète Mars, des changements fort importants survenus depuis 1918. Je ne signalerai ici que pour mémoire l'apparition d'une immense plage très sombre située sur la région dénommée *Aeria* et attenant à la zone sombre appelée *Syrtis Major*, dont elle forme une

sorte de cap ou de promontoire. Cette plage nouvelle occupe approximativement l'emplacement d'une très pâle grisaille portée sur les cartes sous le nom d'*Astaboræ Fons*. Mais tandis qu'Astaboræ Fons était autrefois quasi invisible, et en tous les cas extrêmement pâle, petite et incertaine dans ses contours, la plage nouvelle est très vaste, fort sombre et se discerne au premier coup d'œil.

Il semble qu'un phénomène anormal ayant quelques-unes des apparences des cataclysmes déjà signalés par moi dans mes publications précédentes ait eu lieu dans l'angle formé par cette plage et le rivage de Syrtis Major, mais nos observations de cette région ne commencèrent qu'au cours du cataclysme; aussi ne pouvons-nous affirmer que la plage sombre existât déjà auparavant dans toute son étendue.

Mais c'est particulièrement sur la réapparition de *Nix Olimpica* que je désire appeler l'attention. Schiaparelli découvrit et nomma ainsi cette plage claire en 1879. Dans son *Memoria Seconda*, il indique qu'il fit en tout 9 observations de Nix Olimpica. La première date du 10 novembre 1879 et a dernière du 22 décembre de la même année. Six mesures furent prises par Schiaparelli : le Tableau suivant met en comparaison les mesures trouvées par Schiaparelli à Milan et celles prises à Sétif.

Centre de Nix Olimpica.

Dates.	Long.	Dist. au pôle Sud.	Lieu d'obs.	Auteur.
Novembre et décembre 1879...	129°,41	110°,63	Milan.	Schiaparelli.
22 mars 1920................	129°,8	109°,85	Sétif.	G. Fournier.

Centre de la plage claire entourant Nix Olimpica.

1er mars 1918.................	117°,5	105°,5	Sétif.	P. Briault.
20 et 22 mars 1920...........	132°,7	109°,7	Sétif.	G. Fournier.

Trois mesures furent prises à Sétif en 1920 du centre de Nix Olimpica et cinq du centre de la blancheur entourant la Nix. Ces mesures furent prises les 20 et 22 mars. En 1918, une seule mesure a pu être utilisée, celle du 1er mars et encore, comme la plage claire était assez éloignée du centre du disque, la longitude présente une certaine indécision.

Nix Olimpica, très exiguë et plus blanche que la plage claire qui l'entoure, n'est pas située vers le centre de celle-ci, mais plutôt sur son bord Sud-Est. Tant en 1918 qu'en 1920, on trouve que le diamètre de la plage claire mesurait environ 17°, mais la Nix Olimpica elle-même n'aurait qu'à peine 5°.

A ma connaissance, des mesures de Nix Olimpica n'avaient pas été prises depuis celles de Schiaparelli en 1879. En 1881, cet astronome la rechercha en vain. En 1907, 1909, 1911-1912, 1913-1914, 1915-1916, nous n'en vîmes aucune trace dans mes différents observatoires. D'ailleurs elle n'avait pour ainsi dire jamais été revue nettement depuis 1879, sauf dernièrement.

Si la concordance véritablement extraordinaire des mesures, étant données les difficultés inhérentes à ces observations, ne permet pas de mettre en doute la réapparition de Nix Olimpica en 1920, dans le même emplacement qu'elle occupait en 1879, il ne s'ensuit pas que la nature de cette blancheur soit la même.

En effet, en 1879, on était au milieu de l'hiver martien boréal, tandis qu'en 1920 on était au milieu de son été. En 1879, la calotte polaire boréale, très développée, avançait une sorte de prolongement en forme de rameau dans la direction et relativement assez près de Nix Olimpica. On pouvait donc admettre que la matière blanche polaire s'était formée sur une région plus élevée située à cet endroit; mais, en 1920 en particulier, la calotte polaire était vers son minimum d'étendue et son bord se trouvait à plus de 50° de Nix Olimpica. Un autre fait est à signaler : en 1918, j'avais remarqué que la plage claire où est englobée Nix Olimpica était plus claire au cours de l'après-midi martien que dans la matinée. En 1920, la même remarque était encore faite. J'ai télégraphié à M. W. Pickering, à la Jamaïque, la réapparition de Nix Olimpica et ai attiré son attention sur sa plus grande blancheur au cours de l'après-midi martien. M. Pickering me répondit qu'il avait aussi constaté ce fait qui paraît donc aussi parfaitement acquis. Ce n'est pas d'ailleurs la seule plage claire qui le devienne généralement davantage au cours de l'après-midi : nos observations en ont décelé un grand nombre d'autres. L'hypothèse suivante paraît pouvoir être soutenue : il existerait dans cette région des chaînes montagneuses ou un plateau élevé s'étendant sur 17° de longitude et autant de latitude; en tous les cas, le maximum d'élévation de cette région se trouverait dans sa partie Sud-Est. Il est possible qu'au cours de l'hiver martien les matières blanches polaires y apparaissent de façon tout à fait exceptionnelle; mais, en été, il semblerait que ce soient plutôt des masses brumeuses qui amènent ces apparences claires.

Toutefois, on doit se demander pourquoi ces manifestations se produisent à de si grands intervalles et non de façon très fréquente, sinon presque journalière, comme on le constate dans d'autres régions martiennes.

PHYSIQUE. — *Sur deux modes de rectification des courants par les galènes.* Note (¹) de Mme **Paule Collet**, présentée par M. J. Violle.

On sait que l'on distingue le sulfure de plomb cristallisé ou galène, des échantillons dits *sensibles*, qui, intercalés dans un circuit de réception d'oscillations électriques, permettent de reconnaître par la vibration sonore de la membrane d'un téléphone placé dans le circuit le passage des trains d'ondes. On dit qu'un tel cristal *rectifie* les ondes, parce que tout se passe, à première vue, comme s'il les redressait, livrant en somme passage à un courant moyen d'un certain sens susceptible d'actionner la membrane téléphonique.

Il est toujours possible de vérifier l'existence de ce courant moyen en plaçant un galvanomètre en dérivation aux bornes d'une galène parcourue par des ondes. Cette propriété de la galène rentre dans le caractère général des détecteurs, corps ne suivant pas la loi d'Ohm.

Les nombreuses expériences que j'ai faites en lançant dans la galène soit des courants alternatifs, soit des courants interrompus à fréquence musicale, soit des trains d'ondes entretenues ou amorties de fréquence atteignant 2000000, m'ont amenée à distinguer deux genres de rectification.

1° *Faibles énergies.* — Aux faibles énergies, qui sont de l'ordre de celles mises en jeu dans les réceptions de T.S.F., j'ai utilisé des courants alternatifs ou des trains d'ondes; le galvanomètre décèle alors un courant continu. Tous les caractères de ce phénomène le rapprochent de celui qui se passe dans le fonctionnement de la galène en détecteur de T.S.F. Dans les deux cas, le phénomène est instable et irrégulier; inexistant pour les galènes ordinaires, il dépend essentiellement pour les cristaux sensibles du point de contact choisi. Il n'y a pas de rapport net entre la grandeur de ce courant continu et l'énergie du courant alternatif ou des ondes reçues, si bien que ceux-ci semblent n'avoir servi qu'à produire un déclanchement.

Ce courant continu a toujours le même sens; il correspond pour la galène sur laquelle appuie une pointe métallique, d'ailleurs quelconque, à un afflux positif du cristal à la pointe.

On pouvait d'ailleurs prévoir que, sous ces faibles potentiels ne dépassant guère quelques volts, la rectification se ferait bien dans ce sens. En effet,

(¹) Séance du 14 juin 1920.

si, aux bornes d'une galène, on applique des différences de potentiel de l'ordre du volt et dont on renverse successivement le sens, on observe des dissymétries dans l'intensité du courant continu créé. On peut se représenter cette dissymétrie en admettant qu'une force électromotrice de sens quelconque, appliquée aux bornes, crée un afflux positif de la galène à la pointe, dont l'effet se superpose au courant normal qui se produirait sans cela.

2° *Grandes énergies.* — Aux grandes énergies, au contraire, les galènes sensibles ne se différencient plus des autres. *Tous les points donnent uniformément des courants rectifiés qui correspondent cette fois à un afflux négatif du cristal à la pointe.* D'ailleurs ces courants, dont l'intensité reste faible, varient très régulièrement avec l'énergie reçue. Il n'y a donc plus là un simple déclanchement, mais un phénomène stable et non plus capricieux, comme celui qu'on observe aux points sensibles pour les faibles énergies.

Ce second mode de rectification ne donne plus de courant appréciable, en des points non sensibles, quand on opère aux faibles énergies du premier cas; pour les points sensibles il n'est plus visible, car il est masqué par la rectification ordinaire. Si donc on opère par énergies croissantes, les points sensibles présenteront d'abord des phénomènes de rectification intenses, irréguliers; puis il se produira un renversement du sens du courant rectifié auquel succédera un courant faible, stable, croissant progressivement. Les points non sensibles ne présenteront au contraire que ce second stade du phénomène.

A titre d'exemple, voici les résultats obtenus pour un point sensible et pour un point non sensible, avec des trains d'ondes amorties d'énergie connue en microjoules ([1]) :

		Énergie des ondes.					
		0,6.	2,6.	16.	145.	405.	610.
Déviations.	Point sensible........	—13	—36	—32	—12	16	30
	Point non sensible....	0	0,2	1,1	6,7	17	21

Des expériences nombreuses, que je ne peux décrire ici, permettent d'affirmer que la seconde rectification, bien que liée à l'énergie incidente, n'est pas simplement due à un phénomène thermo-électrique.

Ainsi, aux grandes énergies, les propriétés propres aux points sensibles.

([1]) Voir, pour les expériences en ondes amorties, une précédente Note aux *Comptes rendus*, t. 163, 1916, p. 90.

n'interviennent plus que d'une façon secondaire; elles sont masquées par une propriété générale de toutes les galènes. Les courants rectifiés de seconde espèce sont d'ailleurs très faibles, eu égard aux phénomènes incidents, à l'inverse de ce qui a lieu dans la détection proprement dite; et ceci fait comprendre pourquoi la galène est un mauvais détecteur pour les grandes énergies, comme on l'a constaté maintes fois, en particulier dans des expériences de microphonie ou de téléphonie sans fil.

J'ai pu mettre en évidence que ce mauvais fonctionnement est uniquement dû à un excès d'énergie, en utilisant le condensateur-microphone de M. Rothé.

Le dispositif du poste émetteur à lampes, décrit dans une précédente Note [1], est simplement modifié par la substitution au condensateur variable du circuit primaire, d'un condensateur-microphone, dont la capacité varie sous l'influence de la voix. Dans le dispositif habituel d'écoute, on branche sur le condensateur du circuit secondaire un amplificateur-détecteur à lampes, dont le téléphone reproduit fidèlement la parole.

Si l'on essaie de substituer à l'amplificateur-détecteur à lampes une galène détectrice, on n'entend rien au téléphone, même après amplification. Mais *il suffit, pour pouvoir utiliser la galène, de réduire d'une manière quelconque l'énergie dans le circuit secondaire*, à condition toutefois que les variations d'intensité du courant dues à la parole restent suffisantes. Par exemple on peut intercaler dans le secondaire un enroulement couplé de façon lâche avec un second enroulement identique, qui constitue, avec une galène et une petite capacité, un second circuit induit apériodique. Un amplificateur basse fréquence, branché aux bornes de cette capacité, donne alors une réception téléphonique excellente.

On sait que l'on peut aussi placer une antenne et une prise de terre aux bornes de la capacité du secondaire, et faire ainsi, à distance, de la réception de téléphonie sans fil, par antenne ou par cadre, avec une galène réceptrice, ce qui est une autre manière de réduire l'énergie dans la galène.

Ces diverses expériences prouvent surabondamment que, pourvu que l'intensité induite soit suffisamment faible, le fonctionnement de la galène devient convenable et la réception téléphonique intense : c'est alors la rectification proprement dite qui entre en jeu.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1378.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques réactions amorcées.* Note de M. **Ernest Berger**, présentée par M. Georges Lemoine.

J'appellerai, pour abréger, réactions *amorcées*, les réactions entre corps solides intimement mélangés qui se poursuivent lorsqu'un point de la masse a été porté à une température suffisante au moyen d'une amorce. Ce sont, par exemple, les réactions dites d'*aluminothermie*, où l'aluminium réagit sur un corps susceptible de lui céder de l'oxygène.

On peut préciser cette définition en spécifiant que la réaction amorcée diffère de la réaction *explosive*, en ce qu'elle ne prend pas le régime de détonation, caractérisé par la propagation par onde; et qu'elle diffère aussi, en ce qu'elle dégage peu ou point de gaz, de la réaction de *déflagration*, caractérisée par la propagation par flamme (poudre noire). Cette deuxième distinction est moins nette que la première : on peut trouver des intermédiaires entre la combustion de la thermite ($Fe^2O^3 + Al^2$) qui, sèche, ne dégage aucun gaz, celle du mélange fer-nitrate de potasse qui donne 55^l d'azote par kilogramme, et celle de la poudre noire qui fournit 300^l de gaz.

On peut aussi mentionner, pour beaucoup de ces réactions, la nécessité d'amorcer à une température plus haute que celle des flammes usuelles. C'est l'idée d'employer une réaction auxiliaire comme amorce qui constitue essentiellement l'invention de Goldsmith (1897). Dès 1892, dans son cours à Chaptal, M. Maquenne indiquait qu'il suffit de chauffer, sur un bec Bunsen, en un seul point, le mélange sable-magnésium pour déclancher la réaction; pour la thermite, ce procédé d'amorçage eût été impuissant.

Par contre, j'ai vérifié que de nombreuses réactions exothermiques classiques, qu'on provoque habituellement par chauffage de toute la masse, peuvent être réalisées, avec le mélange froid, par amorçage, constituant ainsi de belles expériences de cours. Je citerai : la synthèse des sulfures de fer et de cuivre ; la combustion, par les nitrates ou les chlorates, des métaux en poudre : Al, Zn, Fe, Cr, Mn ; la préparation du carbure de baryum (Maquenne) par ($BaCO^3 + Mg$) ; celle du bore (Moissan) par ($B^2O^3 + Mg$) ; etc.

J'indiquerai ici quelques réactions amorcées, que j'ai étudiées au cours de la guerre, pour des applications pyrotechniques ou dans le but de produire des gaz ou des fumées.

Amorce. — Je me suis toujours servi, comme amorce, du mélange de

60 de nitrate de potasse ou de soude et 40 de siliciure de calcium industriel. Ce mélange, peu coûteux, brûle à température très élevée; il s'enflamme avec une flamme quelconque, même avec une allumette ([1]).

Bien que ne dégageant que 120¹ environ de gaz par kilogramme, il peut fonctionner comme une « poudre noire » de déflagration lente; comprimé, granulé et lissé, il est capable de bien assurer le fonctionnement d'un obus à balles; brûlé dans la bombe manométrique, il a donné des caractéristiques (covolume : 0,5; force : 3500) voisines de celles de la poudre noire. La flamme est brillante et photogénique.

I. *Production de phosphore et d'arsenic en vapeurs.* — MM. Matignon et Trannoy ([2]) ont déjà réduit les phosphates en phosphures, par l'aluminium. Les quantités de chaleur indiquant que la réduction de P^2O^5 par Al est possible, j'ai tenté la réduction, non de l'anhydride trop hygroscopique, mais du phosphate de bore, corps pulvérulent insoluble, obtenu par évaporation du mélange d'acides phosphorique et borique et calcination, qu'on écrit BPO^4 ou $(P^2O^5 + B^2O^3)$. Le mélange de ce corps avec l'aluminium théorique, s'amorce bien et produit des vapeurs de phosphore qui brûlent, en fumant, à l'air. Le siliciure de calcium ne peut pas remplacer l'aluminium.

Par contre, l'arséniate de bore et l'anhydride arsénieux sont réductibles, par réaction amorcée, par l'aluminium et le siliciure de calcium.

II. *Réduction des sulfates alcalino-terreux par le phosphore.* — On ne peut faire brûler *rapidement*, à l'air, le phosphore rouge, et d'autre part ses mélanges avec les oxydants sont dangereux. On peut, sans risques, accélérer sa combustion en lui faisant réduire du sulfate de baryum ou de calcium. La chaleur de la réduction dépolymérise du phosphore rouge en excès qui brûle avec flamme; on peut employer 3 à 4 fois la quantité de phosphore correspondant à l'équation

$$5CaSO^4 + 8P = 5CaS + P^2O^5.$$

III. *Préparation des fluorures de silicium et de bore.* — Le fluorure de plomb, pulvérulent, insoluble, facile à préparer, a une chaleur de formation relativement faible. Le plomb est déplacé, par réaction amorcée, non

---

([1]) La même amorce mélangée d'une solution de gomme arabique est appliquée sur un papier : après séchage, le papier est découpé en bandes qui servent très commodément à l'allumage.

([2]) *Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 190, et t. 148, 1909, p. 167.

seulement par des métaux (Ca — Al — Mg), mais par le silicium et le bore.

Avec le silicium industriel, la réaction s'amorce facilement et est quantitative :

$$2\,PbF^2 + Si = SiF^4 + 2\,Pb.$$

Avec le bore elle est plus difficile à amorcer ; on prépare facilement BF^3 en allumant le mélange ($B^2O^3 + Al^2 + 3\,PbF^2$). Par contre, le mélange ($B^2O^3 + 3\,Mg + 3\,PbF^2$), qui brûle très vivement, ne donne que du fluorure de magnésium ; on explique cette différence en comparant les chaleurs de formation des oxydes et des fluorures des deux métaux.

Comme application, j'avais songé à utiliser les propriétés antiseptiques de ces fluorures à la désinfection des locaux ; des essais bactériologiques (¹) n'ont donné que des résultats médiocres : à 5^g par mètre cube, seuls les bacilles peu résistants (typhique, diphtérique) ont été détruits, tandis qu'à la même dose le formol assure la désinfection totale.

IV. *Réactions amorcées du siliciure de calcium.* — Le siliciure de calcium industriel, réducteur par ses deux éléments, peut dans beaucoup de cas remplacer l'aluminium (on le compte, en raison des impuretés, pour 70 pour 100 de $CaSi^2$) ; il est moins coûteux. Mélangé avec l'oxyde de fer, il donne une thermite au siliciure ; il réduit les sulfates.

Il se combine, par réaction amorcée, au soufre :

$$CaSi^2 + 5\,S = CaS + 2\,SiS^2.$$

Le sulfure de silicium se sublime ; avec le phosphore rouge il donne du phosphure de calcium. Il réagit sur le fluorure de plomb, plus vivement que le silicium, en donnant ($CaF^2 + SiF^4$) ; mélangé aux fluorhydrates de fluorures alcalins, il s'enflamme spontanément.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution du sulfate chromique complexe gris lilas.* Note de M. A. **Recoura**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente (²), j'ai décrit une nouvelle variété de sulfate chromique complexe, que j'ai appelée sulfate gris lilas, qui diffère des variétés complexes déjà connues en ce qu'elle n'est pas verte, en ce qu'elle

(¹) Avec la collaboration de M. Mouchet, du Laboratoire municipal d'hygiène.

(²) *Comptes rendus*, t. **169**, 1919, p. 1163.

n'est pas moins hydratée que le sulfate violet normal et enfin, en ce que, peu complexe à l'origine, elle se transforme *spontanément*, en quelques heures, en un sulfate totalement complexe, sans que les circonstances extérieures influent sur cette transformation. Je me propose, dans cette Note, d'établir la constitution de ce nouveau composé et la cause de sa transformation spontanée en complexe. Pour cela, il est nécessaire de rappeler brièvement les circonstances de sa formation.

Une dissolution étendue de sulfate violet normal, qui vient d'être faite, évolue spontanément et s'arrête, au bout d'un temps assez long, à un état d'équilibre qui dépend de sa température et de sa concentration. La dissolution vieillie est un mélange de sulfate violet normal (insoluble dans l'alcool concentré et précipitable par lui) et de sulfate vert (soluble dans l'alcool). Si l'on concentre rapidement dans le vide cette dissolution vieillie, jusqu'à ce qu'elle soit saturée et qu'on la traite aussitôt par un excès d'alcool concentré, l'alcool, au lieu de précipiter, comme dans le cas de la solution étendue, du sulfate violet normal, précipite une poudre gris lilas, en même temps qu'il dissout le sulfate vert; mais la proportion de celui-ci est beaucoup moindre que dans le cas de la solution étendue.

La poudre gris lilas a pour composition $Cr^2 3SO^4, 18H^2O$. C'est le complexe dont j'ai décrit les propriétés. Il paraissait probable, d'après les circonstances de sa production, que ce composé devait être une combinaison de sulfate violet et de sulfate vert, combinaison insoluble dans l'alcool concentré et précipitée par lui. Il est facile de le démontrer. Si, en effet, on met le sulfate gris lilas en contact avec de l'alcool moins concentré (alcool à 75°), celui-ci le dédouble *complètement* en sulfate vert, qui le dissout, et en sulfate violet insoluble. Dans le sulfate vert, la totalité des ions SO^4 est dissimulée; dans le sulfate violet, la totalité des ions SO^4 est précipitable. Et il s'agit bien d'une combinaison entre les deux sulfates et non pas d'un mélange, car le sulfate vert, je m'en suis assuré, est soluble dans l'alcool concentré et n'aurait pas, par conséquent, été précipité par lui, s'il n'avait été combiné avec le sulfate violet. La proportion des deux sulfates dans la combinaison est sensiblement de une molécule de sulfate vert pour deux molécules de sulfate violet. Mais la proportion n'est pas rigoureuse, parce que la combinaison est entamée, quoique dans une faible mesure, par l'alcool concentré qui en a effectué la précipitation.

On se trouve donc en présence d'une sorte de chromosulfate de chrome, analogue aux chromosulfates métalliques que j'ai décrits autrefois (¹) et qui proviennent de l'union du sulfate vert de chrome avec les autres sulfates métalliques. Mais tandis que, dans les chromosulfates, une molécule de sulfate vert fixe au maximum 3 radicaux SO^4, ici elle en fixe 6.

Il reste à expliquer la propriété la plus curieuse de ce composé. J'ai rappelé que, peu complexe à l'origine, il se transforme spontanément en quelques heures en un sulfate totalement complexe et j'ai donné, dans la

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. 4.

Note précitée, un Tableau de cette variation de la complexité avec le temps. Or, si l'on dédouble par l'alcool dilué le sulfate gris lilas aux divers stades de sa transformation, on trouve qu'il renferme toujours la même proportion de sulfate vert et de sulfate violet et que le sulfate vert est toujours tridissimulé et le sulfate violet toujours le sulfate normal. D'autre part, si l'on détermine la complexité du composé *immédiatement* après sa formation, on trouve que la quantité de SO^4 précipitable qu'il renferme alors est exactement celle du sulfate violet qu'il contient. Il faut donc conclure de là que le sulfate gris lilas est formé par l'union du sulfate violet normal avec un sulfate vert tridissimulé qui, à l'origine, n'exerce aucune action dissimulatrice sur les radicaux SO^4 du sulfate violet, et qui se transforme spontanément en quelques heures, dans le produit solide, en une autre variété de sulfate vert, également tridissimulé, mais qui a le pouvoir de dissimuler les six radicaux SO^4 du sulfate violet. Or il est facile de démontrer que cette transformation spontanée du sulfate vert n'est autre chose que sa transformation en sulfate polymérisé, c'est-à-dire que le sulfate vert, qui vient d'être précipité de sa dissolution avec le sulfate violet, est le sulfate $Cr^2 3SO^4$, tandis que celui qui existe dans le produit âgé de plusieurs heures est le sulfate $[Cr^2 3SO^4]^2$. On ne peut pas en faire la démonstration directement, parce que le sulfate vert, que l'on extrait du sulfate gris lilas, est en solution dans l'alcool, mais j'en ai fait la démonstration en sens inverse, de la façon suivante :

J'ai préparé directement du sulfate vert par le procédé que j'ai indiqué autrefois et je l'ai dissous dans l'eau. Or il résulte des mesures de M. Colson [1] que ce sulfate, dissous dans l'eau, se dépolymérise avec une grande rapidité à la température ordinaire, que la dissolution, qui renferme au début le sulfate $[Cr^2 3SO^4]^2$, renferme au bout de quelques heures le sulfate vert dépolymérisé $Cr^2 3SO^4$, *mais toujours tridissimulé.* J'ai réalisé le mélange $1^{mol.}$ sulfate vert + $2^{mol.}$ sulfate violet, c'est-à-dire le mélange correspondant à la composition du sulfate gris lilas, en prenant des dissolutions de sulfate vert d'âge croissant, et j'ai déterminé chaque fois immédiatement la complexité du mélange, dans les mêmes conditions que pour le sulfate gris lilas et j'ai trouvé les résultats suivants :

Mélange $1^{mol.}$ sulfate vert + $2^{mol.}$ sulfate violet.

Age de la dissolution du sulfate vert conservée à 20°.	Molécules de sulfate violet dissimulées.
30 minutes	2
1 heure	1,8
2 heures	0,94
4 heures	0

(1) *Ann. de Chim.*, 8e série, t. 12.

Ces mesures établissent d'une façon indiscutable l'influence de la polymérisation du sulfate vert sur la propriété qu'il a de dissimuler les radicaux SO^4 du sulfate violet. Il est donc très vraisemblable que, lors de la précipitation du sulfate gris lilas par l'alcool, le sulfate vert, qui est un de ses constituants, a été précipité dans l'état dépolymérisé qu'il avait dans la dissolution, et que, une fois solide, il prend spontanément en quelques heures la forme polymérisée, qui est la forme normale de tous les sulfates verts à l'état solide, comme l'a établi M. Colson. Ainsi s'explique la transformation du sulfate gris lilas.

J'ajouterai que c'est là un cas particulier d'un phénomène général. Le sulfate vert de chrome, *lorsqu'il est polymérisé*, a le pouvoir de masquer les radicaux SO^4 de tous les autres sulfates métalliques, dans des proportions insoupçonnées jusqu'ici, bien au delà de celles que j'avais indiquées dans mes recherches antérieures sur les chromosulfates. Mais ces nouveaux chromopolysulfates sont des complexes fragiles et, pour pouvoir observer leurs propriétés, il faut se placer dans des conditions bien déterminées, que je préciserai dans un travail consacré à ces nouvelles combinaisons.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la précipitation des sels mercuriques par l'hydrogène sulfuré.* Note de MM. **Pierre Jolibois** et **Pierre Bouvier**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Lorsqu'on précipite une solution étendue d'un sel mercurique par l'hydrogène sulfuré, le composé qui prend naissance passe par une série de colorations allant depuis le blanc jusqu'au noir, en présence d'un excès d'hydrogène sulfuré. Les savants qui ont cherché à déterminer la composition des précipités qui se forment dans cette réaction classique de l'analyse chimique ont été amenés à décrire un grand nombre de combinaisons [1] dont les formules sont

$$2HgS, HgCl^2; \quad 3HgS, HgCl^2; \quad 4HgS, HgCl^2.$$

Nous avons repris ce travail en appliquant la nouvelle méthode de précipitation décrite par l'un de nous dans des Notes précédentes [2], méthode qui devait permettre d'isoler chacun des états intermédiaires correspondant

(1) Polek et Gorki, *Ber. chem. Gesell.*, t. 21, 1888, p. 2412.

(2) *Comptes rendus*, t. 169, 1919, p. 1095 et 1161.

aux différentes couleurs du précipité. Dans un des récipients, nous avons placé une solution de H^2S contenant $\frac{1}{20}$ de molécule par litre ; dans l'autre, une solution de $HgCl^2$ dont la teneur a varié d'une expérience à l'autre. Le précipité qui s'est formé par le mélange de ces deux liqueurs a été recueilli par filtration, séché et analysé. La teneur en soufre a été déterminée, après oxydation par l'eau régale, en précipitant cet élément à l'état de SO^4Ba.

Le Tableau suivant résume les résultats que nous avons obtenus :

Titre de la solution de H^2S.	Titre de la solution de $HgCl^2$.	Couleur du précipité.	Teneur en soufre.	
$\frac{1}{20}$ normal...	$\frac{1}{40}$ normal	noir	13,8 p. 100	*Théorie :*
» ...	$\frac{1}{20}$ »	noir	13,9 »	HgS 13,8 p. 100
» ...	$\frac{1}{16}$ »	noir	13,5 »	2HgS, $HgCl^2$ 8,7 p. 100
» ...	$\frac{1}{13,2}$ »	brun foncé	12,7 »	
» ...	$\frac{1}{11,5}$ »	rouge brunâtre	10,1 »	
» ...	$\frac{1}{10}$ »	jaune	9,2 »	
» ...	$\frac{1}{9}$ »	blanc	8,9 »	
» ...	$\frac{1}{8}$ »	blanc	8,6 »	

Ce Tableau montre que la composition du précipité, constante lorsqu'il y a excès d'hydrogène sulfuré ou excès de bichlorure de mercure, correspond dans le premier cas à la formule HgS, dans le deuxième à la formule 2HgS, $HgCl^2$ composé déjà bien étudié par de nombreux auteurs ([1]).

Quant aux précipités intermédiaires obtenus, leur composition varie proportionnellement à la teneur du liquide en bichlorure entre des limites assez voisines.

Ceci semble indiquer que les corps obtenus dans cette précipitation ne peuvent être constitués que par du sulfure de mercure, de chlorosulfure de mercure ou le mélange de ces deux combinaisons. Il nous paraît donc probable que seuls ces deux composés définis se forment par précipitation et qu'il n'y a pas lieu de considérer comme existantes les autres combinaisons décrites.

([1]) MOISSAN, t. 5, p. 309.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Changement thermique des propriétés élastiques des aciers au nickel.* Note de M. P. **Chevenard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'étude des coefficients thermiques relatifs à la flexion et à la torsion des alliages du fer et du nickel, limitée d'abord à un faible intervalle de température, a permis cependant à M. Guillaume de prévoir, par l'application de la règle des états correspondants, l'allure des changements qu'éprouvent les propriétés élastiques de ces alliages dans un intervalle étendu. L'exactitude de ces prévisions a été confirmée par les travaux de M. Ch.-E. Guye et ceux de F. Robin. Mais leurs expériences, qui ont porté sur un petit nombre d'alliages, n'ont pas permis jusqu'ici le tracé de diagrammes complets. Je me suis d'abord attaché à l'obtention de données suffisantes pour l'exécution de ces diagrammes, relatifs à un état déterminé des alliages, puis j'ai abordé l'étude de l'action des traitements. Cette Note se rapporte à l'élasticité de torsion.

La méthode est celle que j'ai employée dans l'étude de l'anomalie d'élasticité des aciers au carbone : détermination de la durée et du décrément d'oscillation d'un pendule de torsion. Les expériences, exécutées aux Aciéries d'Imphy de la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville, ont porté sur 28 alliages ne renfermant que la quantité de manganèse indispensable au forgeage (0,3 et 0,7 pour 100 suivant la teneur en nickel).

État stable à chaud. — Une recherche préliminaire ayant montré que les propriétés d'un alliage recuit entre 600° et 800° sont sensiblement indépendantes de l'état initial, tous les alliages ont été soumis, avant l'étude de leurs propriétés élastiques, à un recuit à 700°.

La figure 1 donne, à titre d'exemple, par les courbes 3, la valeur du module (lignes pleines) et le décrément (traits). La brusque croissance de ce dernier laisse prévoir qu'au delà de 400°, les expériences deviennent très incertaines.

Le coefficient thermo-élastique vrai, $\frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{\partial \mu}{\partial \theta}$ croît pendant toute la transformation, puis diminue brusquement dans la région du point de Curie.

État stable à froid. — Les alliages à basse teneur sont, comme on sait,

irréversibles. Les fils appartenant à cette catégorie et dont la teneur en nickel était supérieure à 20 pour 100 ont été d'abord refroidis dans l'azote

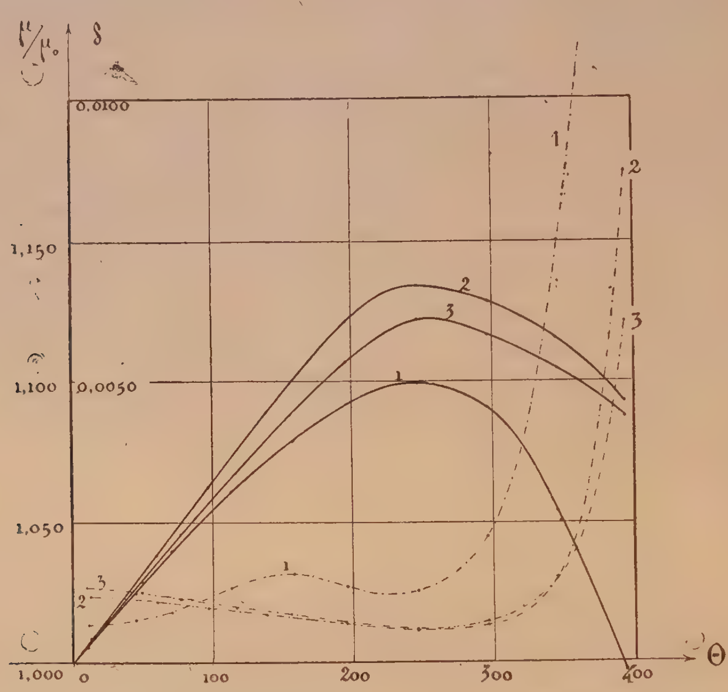


Fig. 1. — *Traits pleins :* Rapport des modules de torsion aux températures Θ et 0 dans un acier au nickel à 36 pour 100 Ni (1, écroui; 2, trempé; 3, recuit). *Traits et points :* Valeur du décrément.

liquide, puis revenus pendant longtemps à une température un peu inférieure à leur point Ac.

Diagramme d'ensemble. — La figure 2 représente l'ensemble des résultats obtenus sur l'anomalie des alliages étudiés, soit la valeur du coefficient $\frac{1}{\mu_0} \cdot \frac{d\mu}{d\theta}$. L'allure de ce dernier est caractérisée, dans les alliages réversibles, par une rapide ascension vers un maximum correspondant sensiblement au minimum de la dilatabilité, puis raccordement graduel, après un minimum peu accusé, à la valeur relative au nickel. Pour les alliages à l'état stable à froid, les résultats ne dénotent aucune anomalie.

Alliages trempés et écrouis. — La trempe et l'écrouissage diminuent la valeur du module, laquelle croît en même temps que la température de recuit, avec un maximum de rapidité entre 450° et 550°, et limite vers 600°.

Dans les alliages écrouis, le décrément, plus élevé que dans les alliages recuits, augmente lorsque les alliages ont été amenés à des températures

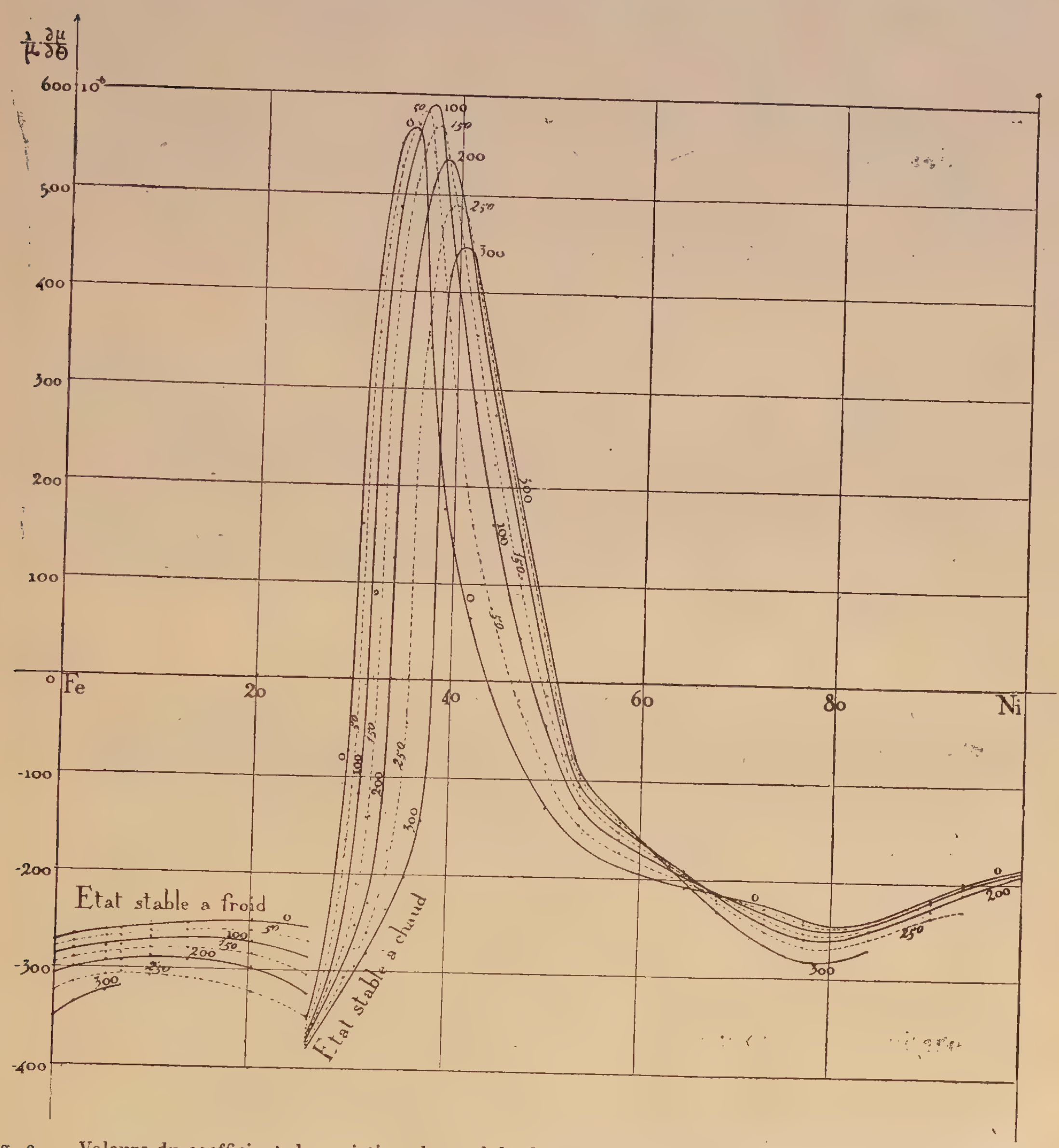


Fig. 2. — Valeurs du coefficient de variation du module de torsion pour l'ensemble des aciers au nickel irréversibles (état stable à froid) et réversibles, dans tout le domaine des températures (0° à 300°) où les résultats ne sont pas sensiblement modifiés par l'amortissement des oscillations.

de plus en plus hautes, jusque vers 500°, qui réalise l'état de l'alliage pour lequel la perte par frottement interne est la plus faible.

Comme pour les dilatabilités, ainsi que l'a montré M. Guillaume, le coefficient thermo-élastique est affecté par les traitements imposés à l'alliage. Mais ici, contrairement à ce qui se passe pour la dilatabilité, l'écrouissage diminue l'amplitude de l'anomalie, alors que la trempe l'augmente (*fig.* 1, courbes 1 et 2).

La différence entre les deux modes de changement, dans le cas du métal écroui, s'explique par le fait de l'anisotropie; la dilatation d'une tige étirée est déterminée dans le sens de l'étirage, tandis que, dans le cas de l'élasticité, une seule puissance intervient dans le sens de la longueur du fil et quatre dans le sens transversal.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la décomposition catalytique de l'eau oxygénée par le platine colloïdal.* Note [1] de M. **A. de Gregorio Rocasolano**, présentée par M. P. Sabatier.

Bredig et ses élèves, à la suite de leurs études sur la décomposition catalytique de l'eau oxygénée par le platine colloïdal, conclurent que la réaction est *monomoléculaire*, et peut donc être représentée par la formule

$$k = \frac{1}{t} \operatorname{Log} \frac{a}{a-x},$$

où a est la dose d'eau oxygénée au début de l'expérience et x la dose transformée au bout du temps t.

Cette conclusion, acceptée par ceux qui ont traité cette question, a conduit à admettre qu'il en est ainsi, parce que le platine fournit tout d'abord un oxyde instable (Haber et Bredig) dont la concentration demeure constante.

Nous avons repris l'étude de cette réaction, en employant comme catalyseurs des *électrosols* de platine à des concentrations variées, renfermant respectivement 0,001; 0,002; 0,003; 0,0007 de platine, pour 100. *Dans tous les cas*, nous sommes arrivés pour les valeurs de k calculées d'après la formule précédente, non à des constantes, mais à des quantités variables. Par conséquent, *ce n'est pas seulement l'eau oxygénée dont la concentration varie pendant la durée du phénomène :* la réaction n'est pas monomoléculaire ou de premier ordre.

(1) Séance du 14 juin 1920.

La réaction est toujours réalisée en ajoutant à 50^{cm^3} d'eau oxygénée 25^{cm^3} de l'électrosol, dans des matras maintenus dans une étuve à 28°.

Des résultats numériques nombreux obtenus ainsi pour des essais multiples effectués sous diverses concentrations, nous citerons seulement les suivants :

Temps en minutes.	Valeurs de k (pour les concentrations). 0,001.	0,002.	0,003.	0,007.
30	0,0009300	0,000945	0,001020	»
180	»	»	»	0,000514
1440	0,0002363	0,0003465	0,000381	0,000379
5760	0,0001690	0,0002712	0,000286	0,000254
10080	0,0001524	0,0002556	0,000292	0,000205

On voit que la valeur de k diminue rapidement avec le temps, mais que cette diminution devient moins importante à mesure que la valeur absolue de k s'accroît pour des concentrations plus élevées des électrosols.

En étudiant la décomposition de l'eau oxygénée sous l'action catalytique de l'iridium colloïdal, Brossa a vérifié une formule que, peu de temps avant, Senter avait indiquée pour représenter la vitesse de décomposition de l'eau oxygénée par l'*hémase* (diastase du sang) :

$$0,4343\,k = \frac{1}{t_1 - t_2} \operatorname{Log} \frac{a - x_1}{a - x_2},$$

$a - x_1$ et $a - x_2$ représentant les concentrations de l'eau oxygénée aux temps t_1 et t_2. En essayant d'appliquer cette formule aux résultats que nous avons obtenus, nous avons reconnu qu'elle n'est pas applicable, parce qu'elle conduit à des valeurs variables de k.

Si l'on compare les valeurs de k tirées de la première formule correspondant aux réactions monomoléculaires, nous avons indiqué que ces valeurs diminuent progressivement. Quand on opère avec des électrosols suffisamment dilués, les valeurs, après avoir diminué beaucoup, finissent par devenir sensiblement constantes, ce qui indique qu'après quelque temps la réaction est devenue à peu près monomoléculaire.

La représentation graphique de ces résultats conduit à des courbes, de formes semblables dans tous les cas, où à une décroissance rapide succède une ligne presque horizontale correspondant à la fin de la réaction. Il ne faudrait pas pourtant en déduire que la réaction serait monomoléculaire pour de grandes dilutions ; car même avec des liqueurs extrêmement diluées, on n'obtient pas pour k de valeurs constantes.

On conclura donc que ce n'est qu'à la fin de la réaction catalytique que la réaction devient monomoléculaire et que, seulement à ce moment, c'est l'eau oxygénée seule qui se transforme.

Pour confirmer cette explication, nous avons recueilli les dépôts coagulés de platine obtenus dans plusieurs décompositions catalytiques, et après les avoir desséchés à froid, nous les avons mis en suspension dans l'*eau pure*. Plusieurs catalyses, réalisées au moyen des liquides obtenus, ont fourni des réactions monomoléculaires : en leur appliquant la formule correspondante à ces dernières, on obtient pour k des valeurs constantes :

Temps (en minutes).	Valeur de k.	H^2O^2 détruite pour 100.
240	0,0001892	3,8
1440	0,0001867	23,6
4320	0,0001805	54,2
8640	0,0001891	80,5

Une autre série d'expériences a confirmé ces résultats. Nous catalysons l'eau oxygénée par un électrosol de platine : la réaction n'est pas monomoléculaire. Quand elle fut terminée, nous ajoutâmes 50^{cm^3} d'eau oxygénée : la nouvelle décomposition s'est effectuée comme réaction *monomoléculaire*.

Nous sommes ainsi conduits aux conclusions suivantes. Les réactions de décomposition de l'eau oxygénée par les électrosols de platine ne sont jamais monomoléculaires ou de premier ordre. L'eau oxygénée se transforme en se décomposant, mais *le catalyseur se transforme aussi*.

Mes recherches sur la constitution chimique des particules existant dans les systèmes microhétérogènes de platine, nous ont conduits à donner l'explication qui suit.

Les particules du platine catalyseur sont des solutions solides d'oxygène dans le métal, dont la concentration en oxygène va en diminuant depuis le début de la décomposition catalytique. Par suite la vitesse de la réaction diminue. Mais pour le système platine-oxygène, il existe à chaque température une concentration minima d'oxygène, et quand celle-ci est atteinte, le catalyseur subit les transformations correspondant aux réactions intermédiaires; mais sa concentration en oxygène reste constante, la réaction devenant ainsi monomoléculaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrolyse des polysaccharides.* Note (1) de M. E. HILDT, présentée par M. A. Haller.

La marche de l'hydrolyse des polysaccharides peut, en général, être étudiée au moyen du polarimètre, en utilisant la relation générale

$$\frac{x}{a}=\frac{\alpha_0-\alpha}{\alpha_0-\alpha'_0},$$

a étant la concentration initiale du sucre et x la quantité invertie au temps t correspondant à une rotation α; α_0 et α'_0 étant les rotations initiale et finale.

D'après la loi de l'action des masses, la vitesse de l'hydrolyse V est à chaque instant proportionnelle à la concentration $a-x$ et les relations

$$V=\frac{dx}{dt}=k(a-x) \qquad \text{et} \qquad k=\frac{1}{t}\operatorname{Log}\frac{a}{a-x}=\frac{1}{t}\operatorname{Log}\frac{\alpha_0-\alpha'_0}{\alpha-\alpha'_0}$$

trouvées antérieurement par Wilhelmy ont été vérifiées par Fleury, Ostwald, etc.

On a toujours observé pour l'hydrolyse une plus grande vitesse avec les acides minéraux qu'avec les acides organiques, et si l'on admet que l'on est en présence d'une action spécifique de ions H libres, l'effet catalytique des acides doit être proportionnel au nombre des ions, ou, autrement dit, à leur dissociation électrolytique. Ostwald a pu ainsi classer les acides d'après leur force pour une concentration et une température données.

On a également observé qu'en présence de leurs sels neutres les acides forts augmentent et les acides faibles diminuent d'activité; mais cette distinction devient moins nette dans le cas du mélange

$$\frac{1}{2}SO^4H^2+C^6H^5.SO^3Na,$$

renfermant deux acides forts en présence de leurs sels sodiques, que nous avons proposé dans une Note antérieure (2), pour le dosage du lactose par inversion, en faisant remarquer son innocuité $\left(\text{en concentration } \frac{N}{5}\right.$ sur les produits du dédoublement après 6 à 8 heures de chauffage à 95°-98°$\left.\right)$.

Depuis nous avons pu vérifier directement que, dans les mêmes conditions d'action de ce catalyseur, le glucose et le galactose purs conservent intacts leurs pouvoirs rotatoires et réducteurs, et que les polysaccharides

(1) Séance du 14 juin 1920.

(2) *Comptes rendus*, t. **167**, 1918, p. 756.

non lévulosiques : lactose, maltose, mélibiose glycogène, ne sont pas hydrolysés à la température ordinaire, tandis que, pour le saccharose, le raffinose et l'inuline, le « décrochement » du lévulose est complet même à la température ordinaire, après un temps suffisant, qui se réduit à moins de 1 heure à 95°-98° pour le saccharose et le raffinose.

A la température ordinaire le pouvoir rotatoire du lévulose pur subit une légère augmentation, conformément aux observations de Jungfleisch et Grimbert sur l'action des acides.

Le Tableau suivant résume les expériences faites à froid sur le saccharose, le raffinose et l'inuline pour une concentration d'acide $\frac{N}{5}$; les déviations α_0, α, α'_0 sont exprimées en degrés saccharimétriques pour le tube de 5^{dm}.

Heures	*Saccharose* (t. moy. = 15°). $a = 0^g,95$ pour 100.			*Raffinose* (t. moy. = 14°). $a = 1^g$ pour 100.			*Inuline* (t. moy. = 14°). $a = 1^g,4$ pour 100.		
n.	α.	$\frac{x}{a}$.	*k.*	α.	$\frac{x}{a}$.	*k'.*	α.	$\frac{x}{a}$.	*k''.*
0	14°,85	0,000	"	24°,4	0,000	"	−11°,6	0,000	"
14,5	11,5	0,170	0,005 58	"	"	"	"	"	"
16	"	"	"	"	"	"	−13,1	0,080	0,002 26
62,5	3,9	0,557	0,005 65	"	"	"	"	"	"
64	"	"	"	"	"	"	−17,1	0,295	0,002 37
65	"	"	"	18,8	0,462	0,004 45	"	"	"
110,5	0,5	0,738	0,005 28	"	"	"	"	"	"
112	"	"	"	"	"	"	−21,1	0,510	0,002 76
113	"	"	"	15,9	0,708	0,004 73	"	"	"
158,5	− 1,8	0,856	0,005 31	"	"	"	"	"	"
160	"	"	"	"	"	"	−24,4	0,688	0,003 16
161	"	"	"	14,6	0,819	0,004 61	"	"	"
163	− 2,2	0,876	0,005 38	"	"	"	"	"	"
184	"	"	"	"	"	"	−25,7	0,758	0,003 35
230	− 3,6	0,943	0,004 97	"	"	"	"	"	"
232	"	"	"	"	"	"	−27,7	0,865	0,003 75
233	"	"	"	13,9	0,888	0,004 08	"	"	"
274	− 3,9	0,964	0,005 26	"	"	"	"	"	"
281	"	"	"	13,0	0,955	0,004 79	"	"	"
318	"	"	"	"	"	"	−29,6	0,967	0,004 69
394	− 4,5	0,995	0,005 84	"	"	"	"	"	"
400	"	"	"	"	"	"	−30,0	0,989	0,004 92
401	"	"	"	12,5	0,997	0,005 50	"	"	"
442	− 4,6	1,000	"	"	"	"	"	"	"
448	"	"	"	"	"	"	−30,1	0,994	0,005 06
472	"	"	"	"	"	"	−30,2	1,000	"
∞	− 4,6	1,000	"	12,4	1,000	"	−30,2	1,000	"

On peut remarquer que, pour le saccharose et le raffinose, les coefficients de vitesse K et K′ sont sensiblement constants, et rapprocher ces résultats de ceux qu'a obtenus Fleury (*Ann. Ch. Ph.*, 5e série, t. 7, p. 386), pour le saccharose, avec une solution $\frac{N}{5}$ SO^4H^2. Ici l'hydrolyse complète a exigé 442 heures au lieu de 119; or, si l'on admet dans le catalyseur la présence de bisulfate $NaHSO^4$, la concentration de l'acide benzènesulfonique n'est plus que de $\frac{N}{10}$; mais, d'après les Tables d'Ostwald, cette concentration devrait produire le même effet que $\frac{N}{5}$ SO^4H^2 utilisée par Fleury.

Dans l'hydrolyse de l'inuline, l'augmentation régulière de K″ ne peut s'expliquer par des erreurs d'observation et la loi de l'action des masses paraît ne pas s'appliquer dans la première phase jusqu'à une valeur de $\frac{x}{a}$ voisine de 0,668, pour laquelle la valeur de K″ a doublé. Or 0,662 représente justement la proportion d'anhydride, $4C^6H^{10}O^5$, renfermée dans la molécule $4C^6H^{10}O^5$; $C^{12}H^{22}O^{11}$, d'après Kiliani. Dans cette première phase, la vitesse d'hydrolyse est constante et représentée par une ligne droite; il peut donc y avoir un mécanisme différent pour l'hydratation de ces anhydrides $C^6H^{10}O^5$ et pour l'hydrolyse du noyau $C^{12}H^{22}O^{11}$ déjà hydraté et analogue au saccharose.

Enfin, la présence du glucose, déjà démontrée par Tanret dans l'inuline, se confirme pour cette inuline d'aunée ($\alpha_D = -36°$); on a, en effet, $\alpha'_0 = -30°,2$ et $\alpha_{D_{15}} = -87°,3$ au lieu de $\alpha'_0 = -32°,1$ et $\alpha_{D_{15}} = -93°$ que donnerait le lévulose seul. Toutefois, la rotation finale α'_0 correspondrait ici à 23 de lévulose pour 1 de glucose, en sorte que, pour avoir $24C^6H^{12}O^6$, il faudrait seulement quadrupler la formule de Kiliani et le poids moléculaire de cette inuline ne serait que de 3,960.

MINÉRALOGIE. — *Le quartz secondaire et le quartz rhomboédrique dans les minerais de fer du Bassin de Longwy-Briey*. Note de M. L. **Cayeux**, présentée par M. H. Douvillé.

Les modalités de la silice incluse dans les minerais de fer du Bassin de Longwy-Briey sont très variées. Parmi elles, il s'en trouve de fort curieuses sur lesquelles je crois devoir appeler l'attention de l'Académie. Avant de les caractériser, notons que le quartz clastique, en particulier, très répandu au sommet de la formation ferrugineuse, dans la couche rouge, diminue de

fréquence en descendant et disparaît totalement dans l'étage inférieur, sauf dans la couche brune, où il peut être relativement abondant. Lorsque le quartz détritique manque, les minerais restent néanmoins siliceux, et ils le sont principalement de par la fréquence du quartz secondaire.

En règle générale, l'existence du quartz secondaire est étroitement liée à celle du fer carbonaté clastique, dont j'ai signalé toute l'importance dans une précédente Note [1]. On voit apparaître ce minéral au sein des grains de sidérose, sous forme de petits granules irréguliers, situés n'importe où, et toujours orientés optiquement de la même manière dans un individu donné. Ces granules se développent de plus en plus, se rejoignent, se soudent quand ils sont associés dans le même grain, et, finalement, constituent des éléments simples, où la sidérose figure en inclusions dans le quartz. Poussé à l'extrême, et il l'est souvent, le processus aboutit à la genèse de grains d'aspect clastique, qu'il est nécessaire d'examiner avec attention pour relever quelque indice trahissant leur origine secondaire. Loin d'être exceptionnel, le phénomène en question s'observe dans tous les horizons qui renferment de la sidérose clastique, et plus spécialement dans les couches grise, noire et verte, où il n'est rien moins que banal.

L'intérêt qui s'attache à ce type de quartz s'accroît encore du fait qu'en de nombreux cas, les grains de sidérose quartzifiés étaient déjà silicifiés au moment de leur mise en place dans le dépôt. On se trouve donc en présence d'une grande masse de quartz secondaire, engendré après la genèse des grains de sidérose, d'une part, et avant la sédimentation, d'autre part. Or, l'élaboration des grains de sidérose, comme nous le verrons plus tard, est, à peu de chose près, contemporaine de la sédimentation. Bref, ledit quartz secondaire a pris naissance indubitablement dans la mer, presque au moment de la chute des éléments sur le fond. Après avoir réuni un très grand nombre d'observations sur ce sujet, je ne crois pas devoir laisser planer le moindre doute sur les déductions que j'en ai tirées. C'est la première fois, croyons-nous, que la genèse du quartz secondaire est signalée dans les mers anciennes.

Une autre manière d'être du quartz secondaire, celle-ci très rare, en moyenne, a pour unique représentant du quartz rhomboédrique. Plusieurs minerais montrent dans la gangue de petits éléments de quartz en forme de rhomboèdres parfaits ou inachevés. Lors de leur maximum de fréquence, chaque préparation en contient plusieurs. Je ne saurais trop insister sur le

---

[1] L. Cayeux, *La sidérose des minerais de fer du Bassin de Longwy-Briey* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1456-1458).

fait que ces rhomboèdres ne sont certainement pas des rhomboèdres de sidérose quartzifiés. Les deux types de cristaux peuvent d'ailleurs se rencontrer dans la même coupe, auquel cas il est aisé de s'assurer que les uns et les autres sont profondément dissemblables, au point de vue morphologique. Il suffit de rappeler l'extrême rareté des rhomboèdres de quartz dans la nature pour souligner l'intérêt de cette observation.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de l'étage Aalenien dans le massif du Zerhoun et au Djebel Tselfat (Maroc occidental).* Note de M. **René Abrard**, présentée par M. Émile Haug.

A 6^{km} environ à vol d'oiseau à l'est de Mouley-Idriss, au nord de la partie orientale du Djebel Zerhoun proprement dit, s'étend le Dahar en Nsour, orienté à peu près NNW-SSE et culminant à 910^{m}. Sur le flanc nord-est de ce massif, à l'extrémité méridionale du ravin de Skirat, à 600^{m} environ au sud de Krendeg, entre des lambeaux de Burdigalien affaissé, affleurent des couches jurassiques. M. Louis Gentil a bien voulu me confier l'étude des fossiles recueillis sur ses indications par M. Perrier de la Bâthie.

J'ai déterminé les espèces suivantes :

Lytoceras rasile Vacek, *Harpoceras opalinum* Rein., *Harpoceras* (*Ludwigia*) *Murchisonæ* Sow. sp. (la variété *Baylei* Buckm. est la plus fréquente), *Hyperlioceras* sp., *Hammatoceras procerinsigne* Vac., *Erycites fallax* Ben. sp., *Erycites tenax* Vac. sp., *Zurcheria pertinax* Vac. sp., *Tmetoceras scissum* Ben. sp., *Discohelix* sp., *Pecten* aff. *limpyus* De Gregorio.

Au cours d'un récent voyage au Maroc, j'ai rencontré au Djebel Tselfat (à quelques kilomètres au nord du Zerhoun), dans des grès souvent ferrugineux, d'où leur couleur rougeâtre, quelquefois psammitiques, une riche faune comprenant les espèces énumérées ci-après :

Oxyrhina alpina De Greg., *Lytoceras rasile* Vac., *Lytoceras* nov. sp., *Phylloceras tatricum* Pusch, *Phylloceras* sp., *Harpoceras Murchisonæ* Sow., *Harpoceras comptum* Rein., *Hammatoceras* aff. *climacomphalum* Vac. sp., *Hammatoceras* aff. *pugnax* Vac., *Hammatoceras* sp., *Haplopleuroceras subspinatum* Buckman, *Cœloceras longalvum* Vac., *Belemnites* sp., *Lima* sp., *Rhynchonella Vigilii* Lepsius, *Rhynchonella* sp., *Pentacrinus jurensis* Quenst., *Thecocyathus mactra* Goldf.

Toutes les espèces que je viens de citer, aussi bien celles de Krendeg que

celles du Tselfat, à l'exception de *Haplopleuroceras subspinatum*, ont été rencontrées dans le gisement aalenien classique du cap San Vigilio sur le lac de Garde, étudié par Benecke (1), Vacek (2) et De Gregorio (3). Gemmellaro (4) a signalé une faune analogue au Monte San Giuliano, dans la province de Trapani, en Sicile.

Au cap San Vigilio il n'a pu être reconnu d'horizons paléontologiques. Il semble qu'au Maroc il n'en est pas de même : d'après les données exposées plus haut, c'est à la partie moyenne de l'étage Aalenien, comprenant les zones à *Harpoceras opalinum* et à *Harpoceras Murchisonæ* qu'il convient de rapporter le gisement de Krendeg. Les zones inférieure, à *Dumortieria Levesquei*, et supérieure, à *Harpoceras concavum*, paraissent faire défaut; mais je ferai remarquer que n'ayant eu entre les mains, provenant de ce point, que des échantillons relativement peu nombreux, de nouvelles recherches seraient nécessaires pour être définitivement fixé à ce sujet.

Au Tselfat existe aussi la zone à *Harpoceras concavum;* je n'y ai pas, il est vrai, rencontré cette dernière espèce, mais *Haplopleuroceras subspinatum* est essentiellement caractéristique de ce niveau; j'ai en effet recueilli ce Céphalopode au sommet des couches gréseuses qui constituent l'Aalenien en cette localité.

Une faune à Céphalopodes de cet âge n'avait pas encore été signalée au Maroc. Cet étage semble du reste avoir une certaine continuité dans la région : à quelques kilomètres au sud-est du Dahar en Nsour, sur le flanc septentrional de la montagne de Kasbet Nosrani, ont été recueillis un *Harpoceras* voisin de *Harpoceras mundum* Buckm. et quelques tronçons de Bélemnites canaliculées.

Il faut ici rappeler que M. Georges Lecointre (5) a signalé au Djebel Outita et à Bab Tisza des marnes jaunes renfermant *Trigonia* aff. *Moutieriensis* Lycett, *Trigonia* aff. *costata* Sow., espèces aaleniennes.

De même, M. le Dr Poirée (6) a rencontré à Sidi Kassem des marnes

(1) Benecke, *Ueber Trias und Jura in den Südalpen* (*Geogn. paläont. Beitr.*, I, 1, p. 1-204, pl. I-IX, 1866).

(2) Vacek, *Oolithe von Cap San Vigilio* (*Abhandl. der Kais. Kön. Geol. Reichsanst.*, t. 12, 1886, p. 55).

(3) De Gregorio, *Monographie des fossiles de San Vigilio* (*Annales de Géol. et de Paléont.*, Palerme, 5e liv., 1886).

(4) Gemmellaro, *Sul Dogger inferiore di Monte San Giuliano* (*Erice*) (*Bull. d. Soc. Sc. Nat. ed. Econom. di Palermo*, 29 genn. 1886).

(5) *Comptes rendus*, t. 162, 1916, p. 556.

(6) *Compte rendu sommaire de la Société géologique de France*, 1916, p. 57.

jaunes renfermant des fossiles, parmi lesquels M. A. Lanquine a reconnu notamment *Trigonia bella* Lyc., *Trigonia* cf. *formosa* Lyc. Ces couches sont rapportées à l'Aalenien par cet auteur. On est ici en présence d'un faciès tout différent de celui du Zerhoun et du Tselfat.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les terrasses alluviales de l'Oum er Rbia (Maroc occidental).* Note [1] de **M. P. Russo**, transmise par M. Ch. Depéret.

L'Oum er Rbia, grand fleuve de plus de 500^{km} de long, qui sort du Djebel Hayane dans le territoire des Beni Mguild, au sud du poste de Timhadit, présente dans son cours trois sections distinctes : 1° une portion *atlasienne* à trajet sinueux à la façon des rivières du Jura; 2° une portion *tadléenne* traversant la plaine du Tadla, où le fleuve présente des caractères de *rivière divagante* ayant à peu près atteint son profil d'équilibre; 3° une portion terminale où le fleuve, recoupant les terrains anciens de la Meseta marocaine, reprend un régime torrentiel (méandres encaissés).

J'ai étudié la portion moyenne ou tadléenne, qui montre une série très complète de terrasses emboîtées, dans le but de rechercher si les niveaux relatifs de ces terrasses au-dessus du thalweg actuel concordent avec les altitudes observées par MM. de Lamothe, Ch. Depéret et Chaput, dans divers fleuves de l'Europe (Rhône, Moselle, Rhin, Somme, Loire) et de l'Afrique du Nord (Isser).

Dans cette partie de son cours, la vallée de l'Oum er Rbia est entaillée dans les calcaires éocènes que surmontent des terrains rouges : marnes, conglomérats, grès et sables, que je considère maintenant comme des couches continentales d'âge oligo-miocène.

Les terrasses alluviales ravinent ces dépôts qui apparaissent parfois dans les intervalles à la base de ces divers gradins.

J'ai pu reconnaître et suivre, tantôt à l'aide de mesures directes, mais le plus souvent par des observations barométriques, quatre terrasses bien distinctes aux altitudes relatives de 5^{m}-10^{m}, 15^{m}-20^{m}, 28^{m}-33^{m}, 52^{m}-58^{m}, avec deux niveaux accessoires autour de 40^{m} et de 70^{m}. Il existe peut-être en outre au pied des montagnes une série de terrasses de 100^{m}, mais elles paraissent d'origine torrentielle et leur netteté est masquée par des dépôts travertineux.

---

(1) Séance du 14 juin 1920.

Voici le relevé précis des niveaux de terrasses que j'ai relevés le long du trajet de l'Oum er Rbia, de l'amont vers l'aval :

Sidi-Belkacem..........		58^{m}		28^{m}	23^{m}	$13\text{-}10^{m}$
Abreuvoir des spahis....		56		30		10
Kasbah Tadla...........	70^{m}	56-57	$42\text{-}49^{m}$	28-32	15-20	4,50-6
Kaikat................		52	40-42	28-30	20	
Aït Senouzi............		55	42	30	18	
Sidi Abdallah		50	40	30	15	
Kasbah Zidania.........		52		30	15	
Sidi bou Djafer.........		50		32	18	
Sidi Sliman............			40	33	15	6
Dar Ould Zidouh........			40	30	15	10

L'examen de ce Tableau montre une concordance impressionnante avec l'Isser, le Rhône, la Somme en ce qui concerne les terrasses de 15^{m}-20^{m}, de 28^{m}-32^{m}, de 50^{m}-60^{m} et probablement de 100^{m}. Le niveau de 40^{m}-42^{m} est remarquablement développé dans la vallée de la Loire (M. Chaput), et il existe, mais plus rarement, dans le Rhône. Quant à la terrasse de 70^{m} de Kasbah Tadla, elle ne correspond à aucun niveau constaté ailleurs et elle constitue un fait tout à fait isolé dont l'explication réside dans quelque phénomène local.

BOTANIQUE. — *Réactions antagonistiques et rôle du bourrelet chez les plantes greffées.* Note (¹) de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Toute greffe véritable ou olodibiose amène la formation d'un bourrelet au niveau de la soudure entre le sujet ou hypobiote et le greffon ou épibiote. En ce point, et sur une étendue variable, les vaisseaux ligneux d'union sont moins nombreux, contournés et de nature particulière; les parenchymes y prédominent longtemps, surtout chez les plantes herbacées; les cellules du sujet et du greffon s'y trouvent en contact intime. J'ai montré, dès le début de mes recherches, que le rôle du bourrelet n'est pas négligeable comme certains l'ont prétendu (²). De nouvelles expériences ont confirmé mes déductions anciennes et m'ont révélé des faits nouveaux qui permettent de

(¹) Séance du 14 juin 1920.

(²) Voir Lucien Daniel, *La question phylloxérique, le greffage et la crise viticole*, in-8° jésus, 734 pages, 375 figures, avec planches en noir et en couleurs.

comprendre des phénomènes jusqu'ici inexpliqués ou en apparence contradictoires.

Le bourrelet a des effets multiples. Il modifie la conduction et, par le fait même, la répartition quantitative ou qualitative de l'eau et des produits solubles, *quand il se trouve sur le trajet de ceux-ci*. Il en résulte, et je l'ai maintes fois constaté, que le greffon et le sujet ne sont pas au même état biologique, perdent leur autonomie et n'ont plus le même chimisme; que leurs cellules, n'ayant pas la même turgescence, ne présentent pas les mêmes contenus. L'examen comparé des greffes et des témoins, celui du sujet et du greffon en donnent souvent la preuve tangible. Dans les greffes entre plantes d'espèces différentes, tantôt il y a passage de substances (alcaloïdes des Quinquinas, des Solanées, etc.), tantôt rétention de substances au niveau du bourrelet (inuline, glucoside cyanhydrique, matières colorantes, etc.). Dans d'autres cas, il y a, suivant les cas, passage ou rétention d'un même produit de réserve (sucres chez le navet et le chou, amidon chez la pomme de terre, etc.), ou bien passage d'un produit transformé au niveau du bourrelet (inuline polymérisée en cellulose chez certains *Helianthus*, etc.). Fait plus démonstratif encore, dans la greffe du Lis sur lui-même, le greffon possède en abondance, à un certain moment, de l'amidon dans ses parenchymes quand la partie sujet en est dépourvue. A ces additions, soustractions ou transformations de substances, à ces changements d'état biologique, correspondent les variations que j'ai désignées sous le nom de symbiomorphoses (¹) et aussi un antagonisme plus ou moins marqué entre les deux associés et qui se manifeste par leur tendance bien connue à l'affranchissement.

J'ai constaté très fréquemment cette tendance chez les greffes de plantes différentes et, ce qui est plus remarquable, chez les greffes d'une plante sur elle-même. Elle se manifeste toujours par les phénomènes de réparations d'organes à la suite du sectionnement des libers (racines adventives chez le greffon) et des bois (bourgeons adventifs chez le sujet). Deux cas peuvent se présenter : les organes réparateurs naissent en deçà du bourrelet, ou bien ils se forment au niveau même du bourrelet. Le premier cas

(¹) Ces variations peuvent être importantes puisque, dans une parabiose de chou et de tomate, j'ai obtenu la formation de cristaux sableux d'oxalate de calcium et d'un liber interne chez le chou. Je tiens les échantillons à la disposition de ceux qui voudraient vérifier le fait exceptionnel, vrai, quelque extraordinaire qu'il puisse paraître.

est le plus fréquent et l'activité réparatrice est d'autant plus accentuée que la discordance de végétation entre les associés est plus élevée. S'il s'agit de racines, elles forment un moignon qui se dessèche quand elles ne peuvent atteindre le sol, sauf chez les *Epiphyllum* qui fournissent de nombreuses racines aériennes ramifiées, vivant dans l'air humide comme celles des Orchidées, productions rares au contraire chez les francs de pied. Racines et rameaux ainsi formés conservent le plus souvent leurs caractères spécifiques, mais ce n'est pas toujours le cas. Quand ils se développent au point même où s'enchevêtrent les tissus du sujet et du greffon, il peut se former très exceptionnellement des hybrides de greffe, à caractères mixtes (*Cratægomespilus, Pirocydonia Danieli*, etc.), ou à caractères juxtaposés (Chimères de Hans Winkler).

Ce qui est remarquable, c'est que tous les organes réparateurs ne sortent pas à l'extérieur comme chez une plante décapitée ou bouturée; ils peuvent rester à l'intérieur des tissus et donner lieu à des phénomènes dont la nature n'a pas encore été bien précisée ou qui n'ont pas été décrits. Quelques-unes de ces productions s'enroulent à la façon des loupes ou broussins naturels et forment des broussins de greffe compliqués et volumineux, constitués par un bois fort dur. D'autres pénètrent dans les tissus morts, par exemple à l'intérieur des sujets devenus creux, comme chez le Pommier; chez d'autres, la pénétration se fait dans les tissus vivants à la façon des parasites comme la Cuscute. En ce qui concerne les racines adventives du greffon, elles s'enfoncent parfois dans l'écorce ou la moelle du sujet où elles déterminent l'apparition d'un liège isolant (greffes de Cactées, de Solanées, de Mercuriale femelle sur Mercuriale mâle et de Haricot vivace sur lui-même). Dans tous les cas de ce genre que j'ai observés, je n'ai pas rencontré de poils absorbants sur ces racines. La pénétration de celles-ci dans la couche cambiale du sujet est particulièrement rare; elle peut se faire indirectement après sortie à l'air libre sur une faible étendue et courbure hydrotropique qui les ramène au contact du bourrelet auquel elles se greffent (*Helianthus annuus* sur *H. tuberosus*); elles peuvent aussi s'enfoncer directement dans les tissus tendres formés par l'assise génératrice cambiale et elles n'y restent visibles que si les bois du sujet et du greffon sont de teintes différentes bien tranchées (*Tecoma* et *Catalpa*). Elles peuvent ne pas sortir au dehors, même à la longue, ou bien sortir à une distance plus ou moins grande du bourrelet et accidentellement donner ensuite des drageons hybrides de greffe (*Pirocydonia Winkleri*). De même les bourgeons réparateurs du sujet peuvent pénétrer dans la

couche cambiale du greffon et être entraînés loin de leur point de formation, avant de percer l'écorce ou sans la percer. Quand ils sortent, ils peuvent donner des pousses pures du sujet (*Amygdalopersica Formonti*) ou bien des pousses pures et des pousses hybrides de greffe (*Amygdalopersica Delponi* et hybrides de greffe chez l'Olivier). Je n'ai pas jusqu'ici observé de pénétrations dans la moelle du greffon, ni dans les tissus morts du greffon.

En résumé, il résulte des faits, de plus en plus nombreux et précis, que le bourrelet contribue pour une bonne part à modifier les états biologiques du sujet et du greffon et à déterminer un antagonisme nettement marqué, même dans les greffes de la plante sur elle-même où, sans lui, il ne devrait pas exister. Cet antagonisme détermine la formation d'organes réparateurs, pendant que les échanges de produits provoquent accidentellement des symbiomorphoses variées. Les organes réparateurs, externes ou internes, peuvent être du type pur des associés ou réaliser des hybrides de greffe, se produisant directement au niveau du bourrelet ou à des distances variables de ce point. Ces productions ont un intérêt pratique immédiat. Le Néflier de Bronvaux et le *Pirocydonia Winkleri* sont aujourd'hui employés en horticulture ornementale; le *Pirocydonia Danieli* paraît devoir jouer en arboriculture, pour le Poirier, le rôle que joue le Paradis vis-à-vis du Pommier; les hybrides de greffe, en viticulture, ont déjà rendu des services et n'ont pas dit leur dernier mot. Il y a donc lieu de multiplier les recherches dans cette voie nouvelle.

BOTANIQUE. — *Sur la structure de la cellule végétale.* Note (¹) de M. A. GUILLIERMOND, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note récente (²), M. Dangeard, à propos de nos dernières recherches, laisse entendre que nous nous rallions à son interprétation après avoir abandonné notre conception du chondriome. L'auteur s'exprime en ces termes : « La théorie du chondriome, en ce qui concerne la cellule végétale, s'effondre. »

Cette Note exige une explication de notre part parce qu'elle donne une idée très inexacte de notre opinion.

(¹) Séance du 14 juin 1920.

(²) *La structure de la cellule végétale* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 612).

L'observation vitale étant le plus souvent impossible en cytologie animale, c'est par des méthodes spéciales, dites *mitochondriales*, qu'on est arrivé à mettre en évidence dans la cellule animale l'existence des mitochondries. Grâce à ces méthodes, on a pu démontrer que le cytoplasme de toute cellule renferme de nombreux petits éléments en formes de grains ou de filaments, capables de passer de l'une à l'autre de ces formes, ne pouvant se former autrement que par division de mitochondries préexistantes et paraissant jouer un rôle élaborateur. L'observation vitale réalisée dans certains cas favorables a pu donner la preuve que ces éléments ne sont pas des artefacts de préparations et se présentent sur le frais avec les mêmes caractères que sur coupes fixées et colorées.

Lorsqu'il y a dix ans, nous avons abordé l'étude des mitochondries des cellules végétales, c'est aux méthodes mitochondriales que nous nous sommes adressé, en comparant les figures obtenues avec des préparations de tissus animaux traités de la même manière. Nous avons ensuite trouvé des cellules qui se prêtaient d'une manière exceptionnelle aux observations vitales et qui nous ont permis de contrôler ce que nous avions vu sur coupes fixées et colorées par les méthodes mitochondriales. Par ces méthodes, nous avons pu démontrer qu'il existe dans toute cellule végétale un chondriome semblable à celui de la cellule animale et que les plastides anciennement connus dans les végétaux chlorophylliens font partie de ce chondriome. C'est là un fait démontré, qu'il est impossible de contester et qui a été vérifié par Meves lui-même.

M. Dangeard a procédé par la méthode inverse : il a cherché d'abord à observer sur le vivant le chondriome dans des cas peu favorables, n'a pas pris soin d'examiner préalablement des tissus animaux et ne semble avoir eu que très rarement recours aux méthodes mitochondriales. Par cette méthode, M. Dangeard n'est pas arrivé à observer le chondriome ; par contre, son attention a été attirée sur le système vacuolaire qui, au début de sa formation, présente parfois des formes filamenteuses semblables à des chondriocontes, qui fixent rapidement et intensivement les colorants vitaux. Il a mis en évidence, en outre, la présence de nombreux petits grains très réfringents, brunissables par l'acide osmique et qu'il a désigné sous le nom de *microsomes*. M. Dangeard a conclu de ces faits que ce que l'on a décrit dans la cellule animale sous le nom de chondriome correspond à ces deux formations distinctes. Quant aux plastides, ils représenteraient, selon lui, des formations différentes, spéciales aux végétaux chlorophylliens et sans relations avec le chondriome. « Le chondriome, dit-il en 1918, qui a été

l'objet de tant de travaux, doit être, à mon avis, envisagé autrement qu'on ne l'a fait jusqu'ici ; on peut le définir : l'ensemble du système vacuolaire sous ses aspects désignés sous les noms de mitochondries, chondriomites et chondriocontes qui ont fait croire à des relations avec les plastides. »

Nous nous sommes élevé contre cette interprétation inexacte et nous avons montré que ce que nous avons décrit dans la cellule végétale comme chondriome est absolument identique à ce que l'on entend par ce nom dans la cellule animale, tandis que les éléments étudiés par M. Dangeard ne correspondent pas au chondriome. Les microsomes de M. Dangeard sont, en effet, des gouttelettes graisseuses qui n'ont jamais été décrites comme mitochondries et ne se colorent pas par les méthodes mitochondriales. Quant au système vacuolaire, il présente à son origine dans les Phanérogames des formes mitochondriales que nous avions considérées dans certains cas comme des dérivés du chondriome. Ces formes, que M. Dangeard a eu le mérite de très bien observer, ressemblent tellement à des mitochondries qu'on peut encore se demander si elles ne tirent pas leur origine du chondriome. Toutefois, elles en diffèrent notablement par leur pouvoir de fixer les colorants vitaux et la difficulté de leur mise en évidence par les méthodes mitochondriales qui les conservent très mal. Aussi doit-on les séparer du chondriome.

On voit donc qu'aucun fait n'est de nature à provoquer l'effondrement de la théorie du chondriome et que nos recherches ne confirment nullement l'interprétation de M. Dangeard.

Nous tenons à faire remarquer qu'au contraire, M. Dangeard, tout en prétendant que la théorie du chondriome s'effondre, tend à modifier complètement son interprétation et à se rallier à la nôtre, quand il dit : « Afin d'éviter de créer un nom nouveau, je proposais de limiter le nom de chondriome à l'ensemble du système vacuolaire en séparant nettement celui-ci de l'ensemble des plastes. Cette solution semblait d'autant plus naturelle que la plupart des réactions attribuées au chondriome de la cellule animale : pouvoir électif des colorants vitaux et en particulier du vert Janus, noircissement par l'acide osmique [1], et fixation, insolubilisation par les sels de chrome, etc. ; d'autre part, l'existence de véritables plastes dans la cellule animale restait entière. »

---

[1] Ce pouvoir électif des colorants vitaux n'a jamais été attribué au chondriome, qui, au contraire, ne se colore vitalement qu'avec la plus grande difficulté. D'autre part, il n'a jamais été constaté que les mitochondries noircissent par l'acide osmique.

M. **Dangeard**, à la suite de cette Communication, fait observer que la meilleure réponse immédiate à faire est d'inviter le lecteur à se reporter au travail qu'il a publié dans les *Comptes rendus* du 22 mars 1920; chacun pourra ainsi se faire une opinion exacte sur les différences qui existent entre les conceptions successives de M. Guilliermond sur le métabolisme cellulaire et les siennes : cette comparaison ne peut manquer d'être instructive.

HISTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'emploi, comme fixateur, des mélanges de formol et de composés chromiques.* Note de M. **E. Licent**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'usage de ces mélanges, formol avec acide chromique ou chromates, s'est trouvé jusque ces dernières années, toujours assez restreint : par la théorie, du reste, ils étaient d'avance condamnés comme *irrationnels*, c'est-à-dire comme composés de substances mutuellement réductrices, bien qu'en fait et étant donné l'état actuel de la Chimie biologique, il soit difficile, pour ne pas dire plus, de démontrer d'une part qu'un fixateur *rationnel*, comme le Flemming, par exemple, se maintient tel dès le premier temps de son action sur les éléments cellulaires à fixer et que, d'autre part, une réduction quelconque d'une solution irrationnelle de divers éléments ne puisse au moins quelquefois fournir des résultats aussi bons sinon même meilleurs que leur mélange initial.

Depuis quelque temps néanmoins leur emploi devient plus courant, et diverses méthodes de fixation pour mitochondries, par exemple (Regaud, Bensley, etc.), comportent de semblables mélanges.

Depuis 1903 j'emploie moi-même, comme fixateurs ordinaires et comme fixateurs mitochondriaux, des solutions chromo-formolées qui ne sont autre chose que des liquides de Flemming, ou mieux de Bouin transformés, où l'acide osmique des premiers, l'acide picrique des seconds ont été proportionnellement remplacés par le formol pur du commerce (formaldéhyde à 40 pour 100 dans H^2O) dans le Flemming, et par l'acide chromique à 1 ou 2 pour 100 dans le Bouin.

M'occupant à cette époque de cytologie et d'histologie animale, je m'étais vu forcé, par le manque d'acide osmique employé dans le Flemming et les méthodes d'imprégnation des tissus nerveux d'après Cajal, à reprendre

ce que des histologistes étrangers comme Kopsch et Flatau avaient déjà employé auparavant pour ce genre de recherches : des mélanges de formol et de bichromates ou d'acide chromique. Il convient de noter aussitôt en passant que ces Allemands, ici comme en bien d'autres cas, s'appropriaient sans le dire autrement, ce qui n'était point d'eux, mais bien des histologistes français et en particulier de Prenant.

J'avais donc été amené ainsi à composer les liquides dont je fais aujourd'hui continuellement usage parallèlement avec d'autres fixateurs, et qui ne sont, en somme, comme je viens de le dire, que des liquides de Bouin où l'acide picrique est remplacé « irrationnellement » par l'acide chromique. J'en donne ici trois formules différentes, de proportions et de force différentes :

		cm³
1°	Acide chromique à 1 pour 100	80
	Formol pur du commerce	15
	Acide acétique glacial	5
		100

2° Mêmes proportions que 1°, mais avec acide chromique à 2 pour 100.

		cm³
3°	Acide chromique à 2 pour 100	65
	Formol pur	30
	Acide acétique cristallisable	5
		100

D'une manière générale, le premier et le second fixateur s'emploient pour les tissus ordinaires adultes et les tissus jeunes, méristèmes, etc.; ce sont les deux fixateurs courants, tandis que le troisième est pour les tissus résistants et difficiles à pénétrer.

On peut préparer à l'avance le mélange de l'acide chromique et de l'acide acétique (on a alors un chromo-acétique ordinaire), pour n'ajouter le formol qu'au moment de l'emploi. Mais le liquide peut aussi bien être tout préparé d'avance; il ne précipite jamais, et les combinaisons nouvelles qui en résultent, en solutions noires dichroïques, de couleur vert et rouge violacé par transparence ou par réflexion, donnent aussi de très bonnes fixations.

On laisse agir de 24 à 48 heures, et même plusieurs jours sans inconvénient lorsqu'on ne peut, en voyage par exemple, s'occuper à temps de son matériel.

On lave ensuite pendant 24 heures au moins, dans l'eau distillée fréquem-

ment renouvelée, pour passer ensuite aux autres manipulations ordinaires, déshydratation, inclusion, etc. Mais on peut aussi, dans le cas où l'on ne disposerait pas d'alcool, conserver simplement les pièces fixées dans l'eau additionnée de 5^{cm^3} pour 100 du même fixateur. J'ai ainsi travaillé, parfaitement conservés, des objets qui avaient été de la sorte abandonnés pendant plus de 5 ans : fleurs de *Pinguicula*, ovales et sac embryonnaire de Parisette, etc.

Bien entendu, comme tous les fixateurs, ceux-ci : 1° ne peuvent être également et indistinctement employés pour toutes les fixations, et seul, un essai comparatif préalable fait voir, pour un matériel donné, laquelle de ces formules est alors la meilleure; et 2° selon les divers matériels, ils peuvent comporter des modifications diverses de concentration, de durée d'action, etc. C'est ainsi que pour bien fixer les algues, ils doivent être étendus de 4 et 5 fois leur volume d'eau, sous peine de voir, autrement, les contenus cellulaires se contracter fortement.

S'agit-il, d'autre part, des détails des structures protoplasmiques, des mitochondries et de leur mode d'évolution, les mêmes formules reviennent encore, mais additionnées cette fois de bichromate de potassium et d'un acétate d'un métal lourd. Des nombreuses formules essayées, qui toutes donnent de bons résultats, il n'y a pour l'instant qu'à retenir les deux suivantes :

		cm³
1°	Acide chromique à 2 pour 100	50
	Formol pur	30
	(Acide acétique cristallisable : quelques gouttes pour 100)	
	Bichromate de potassium à 10 pour 100	10
	Acétate de nickel à 10 pour 100	10

2° La même formule, avec addition à ces 100^{cm^3} de 10^{cm^3} de bichlorure de mercure à saturation dans l'eau.

Ici il se produit un précipité blanc dont on débarrasse les pièces fixées, d'abord grossièrement par le rinçage, puis complètement et à fond par le lavage dans l'eau additionnée de 25 pour 100 de solution iodo-iodurée de Gram à renouveler tant que la coloration jaune disparaît et jusqu'à ce qu'elle se maintienne définitivement.

On peut remplacer l'acétate de nickel par l'acétate de cuivre qui est moins coûteux et produit exactement les mêmes effets.

On laisse agir deux jours au moins, et mieux huit jours en moyenne, ou même plus longtemps, on lave (ou on conserve) comme il a été dit plus haut, puis on procède, pour le reste, comme d'ordinaire. Seuls les fixateurs

pour mitochondries peuvent quelquefois gêner les colorations, mais cela n'arrive pas toujours.

Toutes ces formules ont été mises à l'épreuve, depuis plus de 15 ans, sur un matériel extrêmement varié, tant animal que végétal, et elles ont constamment fourni d'excellents résultats.

Des essais poussés en ce moment fourniront sans doute encore l'occasion d'y revenir par la suite.

ENTOMOLOGIE PRATIQUE. — *Emploi du trioxyméthylène en poudre pour la destruction des larves d'Anophèles.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. A. Laveran.

Le pétrole et les mélanges larvicides habituellement utilisés en prophylaxie antipaludique présentent l'inconvénient grave de nuire à la vie des poissons et de rendre impropres à l'usage du bétail ou aux besoins domestiques les collections d'eau ainsi traitées. J'ai cherché si l'on ne pourrait pas substituer à ces produits, tout au moins pour le traitement des mares, des abreuvoirs, des bassins d'arrosage, etc., d'usage courant, des substances peu onéreuses et d'emploi commode, non toxiques, et ne souillant pas les eaux. La poudre commerciale de trioxyméthylène (formaline) m'a paru répondre d'une façon complète à ces desiderata divers.

L'emploi de cette poudre est basé sur les conditions d'alimentation normales de la larve d'Anophèle. Habituellement cette larve vit en surface, attirant à sa bouche par le battement rapide de ses palettes buccales toutes les particules flottantes. J'ai pu nourrir complètement, depuis l'œuf, des larves d'*A. maculipennis*, en projetant de temps à autre sur l'eau des récipients des traces d'une poudre légère d'algues microscopiques (*Protococcus viridis*). Toutes les poudres ou les poussières formées de particules suffisamment fines et flottant superficiellement sont également ingérées mécaniquement par les larves.

La poudre de trioxyméthylène, répandue en traces, d'une manière uniforme, à la surface de l'eau, assure la destruction des larves d'Anophèles qui l'ingèrent. Au bout d'un temps variant de 5 à 20 minutes, on voit les larves perdre progressivement leur mobilité, nager par petites secousses convulsives et bientôt devenir inertes. L'intensité de l'effet dépend de la quantité de poudre ingérée; mais les larves faiblement atteintes, et qui conservent encore des allures sensiblement normales, n'en montrent pas moins ultérieurement une évolution précaire.

L'action produite est spécifique. La poudre n'agit que sur les larves d'Anophèles. Elle laisse indemnes, non seulement celles des Culex qui ne prennent pas leur nourriture en surface, mais aussi tous les autres organismes des mares, tant vertébrés qu'invertébrés. Cette spécificité d'action, dans les conditions d'emploi énoncées, appelle d'une façon frappante la comparaison avec celle de la quinine sur les hématozoaires du paludisme. L'analogie devra se poursuivre dans le domaine pratique : on pourra traiter les collections d'eau à intervalles réguliers, par la poudre de trioxyméthylène, de manière à prévenir le développement des Anophèles adultes, comme on traite un paludéen par des doses régulières de quinine, pour prévenir le développement des accès.

La poudre de trioxyméthylène agit efficacement à des doses minimes. $0^g,25$ suffisent pour couvrir utilement un mètre carré [1]. L'innocuité est absolue. L'épandage ne nuit aucunement à l'utilisation des eaux. Il peut se faire de deux manières :

1° En l'absence du vent, on insufflera la poudre en nuages légers, seule, ou mieux mélangée à un tiers de son volume d'une poudre inerte : *farine* ou *craie* en poudre.

(L'usage d'une poudre onctueuse comme le talc est à rejeter.)

2° Si le vent contrarie l'épandage, on *sémera* très facilement la poudre à la main en l'incorporant intimement, et pure, à 9 parties de sable de mer ou de grès grossier. Chaque grain de sable en tombant n'abandonnant à la surface qu'une partie de la poudre qui l'entoure, il faudra semer assez dru : la dose utile ici sera double de la précédente.

La poudre n'agissant qu'en surface et pendant quelques instants, il faut éviter toute cause d'agitation qui hâterait sa chute en profondeur. L'épandage se fera autant que possible aux heures chaudes de la journée, et au soleil, parce que l'activité alimentaire des larves se trouvant alors à son maximum, les effets obtenus seront aussi plus remarquablement intenses.

Enfin la poudre utilisée doit être fine et homogène pour que les particules flottantes puissent être facilement ingérées par les larves de toutes tailles. Le traitement n'empêchant point de nouvelles pontes, il conviendra de le renouveler périodiquement.

---

(1) Avant la guerre, le prix de la poudre commerciale était d'environ 6^{fr} le kilogramme. Les prix actuels sont quintuplés.

HISTOLOGIE. — *Toxicité de certains greffons morts hétérogènes.* Note de M. J. Nageotte, présentée par M. Yves Delage.

La substance conjonctive, fixée par l'alcool, l'éther, le formol, ou soumise à la dessiccation, ne perd pas les propriétés qui lui permettent de jouer son rôle dans la vie des tissus. Greffée après avoir subi ces traitements et débarrassée de ses cellules mortes, par les phagocytes et les lysines de son hôte, elle reste capable de se rattacher aux tissus vivants, d'attirer à elle des fibroblastes empruntés à ces tissus et de reprendre le cours de son évolution en s'adaptant aux conditions nouvelles ([1]).

Or, tandis que les protoplasmas contenus dans les greffons vivants supportent souvent mal l'homotransplantation et meurent fatalement au contact d'humeurs hétérogènes, les substances conjonctives des greffons morts ou vivants ne sont pas soumises à la même règle et peuvent être transplantées avec succès sur un animal d'espèce différente.

Mais il ne s'ensuit pas que l'hétérogénéité ne puisse en aucun cas exercer une influence fâcheuse sur le sort d'un greffon mort. L'expérience montre, au contraire, que, soit par la constitution propre de leur substance conjonctive, soit par la toxicité des cadavres cellulaires qui y sont inclus, soit pour toute autre cause, certains greffons morts hétérogènes provoquent l'apparition de phénomènes inflammatoires qui viennent se surajouter au processus de la reviviscence et qui amènent la destruction du tissu étranger.

Les greffons, vivants ou morts, peuvent disparaître par des mécanismes divers.

Les uns fondent progressivement lorsqu'ils sont placés dans des régions où l'ambiance leur est défavorable. Le tissu des greffons morts, après avoir été réhabité, décroît progressivement dans ces conditions, sans qu'il se produise aucun phénomène inflammatoire ([2]).

Dans d'autres cas, le greffon, vivant ou mort, homogène ou hétérogène, devient le siège d'une inflammation chronique qui provoque sa destruction

---

([1]) Cf. J. Nageotte, *Sur la greffe des tissus morts* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, t. 80, 1917, p. 453); *Reviviscence des greffes conjonctives mortes* (*Ibid.*, p. 889).

([2]) J. Nageotte et L. Guyon, *Sur la décroissance et la disparition de la substance conjonctive dans l'organisme* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, t. 82, 1919, p. 763).

lente sans suppuration. Il s'agit évidemment d'infections atténuées qui rentrent dans la catégorie du « microbisme latent ».

Les accidents sur lesquels je désire attirer l'attention sont d'un autre ordre. Ils résultent non pas de fautes opératoires, mais de propriétés nocives que manifestent les tissus morts de certaines espèces animales, transplantés sur des hôtes hétérogènes.

Si, après les avoir fixés au formol ou à l'alcool, on emploie les tendons de la queue du rat blanc ou du rat d'égout comme fils de suture pour la réparation de plaies nerveuses chez le chien, ou bien si l'on greffe ces mêmes tendons dans l'oreille du lapin, on constate au bout de plusieurs semaines un phénomène singulier.

Au centre des fascicules tendineux des territoires entiers se sont comportés comme dans une greffe morte homogène parfaitement reprise. Les faisceaux conjonctifs ont gardé leur disposition normale, et des fibroblastes allongés, à noyaux en bâtonnets, sont venus s'installer dans le tissu, en quantité sensiblement égale à celle des hôtes cellulaires primitifs du tendon. Mais, à la périphérie des fascicules, il existe une zone inflammatoire qui contient des cellules géantes très développées, munies de nombreux noyaux, au contact desquelles les faisceaux conjonctifs sont digérés. Tout autour de ces cellules, le tissu est infiltré sur une certaine étendue par des mononucléaires et des cellules plasmatiques qui se mêlent aux fibroblastes en proportions décroissantes jusqu'au point où l'influence inflammatoire cesse. Dans son ensemble, le processus a une allure envahissante; il finit par détruire complètement le greffon.

Je me suis assuré par la répétition des expériences (environ 30 greffons) qu'il ne s'agissait pas là d'une infection accidentelle, et j'ai vainement tenté de modifier la toxicité par un traitement chimique préalable du greffon. Ni la teinture d'iode, ni le permanganate de potasse suivis de l'action de l'acide oxalique et du sulfite de potasse, après fixation au formol, n'ont donné de résultats.

Ces observations montrent que les phénomènes qui accompagnent la reprise des greffes mortes sont complexes. La substance conjonctive attire électivement les fibroblastes (qu'ils soient homogènes ou hétérogènes) sans exciter primitivement l'activité des phagocytes. Mais, malgré sa réhabitation par les fibroblastes, elle peut être détruite secondairement au cours de la greffe hétéroplastique par suite de phénomènes de phagocytose déclanchés, dans certains cas, sous l'influence de facteurs spécifiques de nature encore indéterminée.

Quand je me suis occupé des plaies nerveuses, je me suis demandé si la résorption des substances grasses provenant des fibres nerveuses hétérogènes ne pourrait pas provoquer des accidents, et je ne me suis décidé à conseiller l'usage des greffons nerveux chez l'homme qu'après avoir constaté l'innocuité des nerfs du lapin et du veau chez le chien (¹). En fait, aucun accident de l'ordre de ceux que je viens de décrire n'a été signalé, que je sache, par les chirurgiens nombreux qui ont pratiqué ces greffes, en se servant de pièces empruntées au veau et quelquefois au lapin. De même, les greffes de tendons de veau ne paraissent avoir donné lieu à aucun phénomène inflammatoire. Tout récemment, j'ai eu l'occasion de revoir le blessé auquel M. Sencert a pratiqué, le 1er août 1918, des greffes de tendons morts de chiens pour réparer des pertes de substance de 3cm environ, portant sur six tendons fléchisseurs des doigts ; la guérison est restée parfaite et tous les mouvements individuels des doigts sont libres.

On peut donc supposer que les tissus morts du veau et du chien ne sont pas toxiques pour l'homme. Néanmoins, il sera bon d'étudier spécialement chaque catégorie de greffons à ce point de vue et de publier en détail les insuccès qui pourraient se produire.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la composition chimique du bacille tuberculeux.* Note (²) de M. A. **Goris**, présentée par M. Roux.

Au cours de recherches sur la composition chimique du bacille tuberculeux, nous avons été amené à isoler un certain nombre de composés. La présence de quelques-uns a été déjà signalée ; d'autres sont nouveaux.

Parmi ceux que nous avons pu étudier nous citerons un composé présentant des propriétés tout à fait curieuses.

Pour le préparer on a pris des bacilles tuberculeux utilisés pour l'obtention de la tuberculine à l'Institut Pasteur. On les lave à l'eau froide pour enlever toute trace de bouillon, on les sèche dans un courant d'air chaud à 37° et on les épuise alors par du chloroforme bouillant qui enlève toutes les matières grasses et lipoïdes. Il faut employer 6 à 7 fois leur poids de chloroforme pour obtenir la totalité de ces substances. La solution chloroformique est alors séchée sur du sulfate de soude anhydre, filtrée, puis

---

(¹) J. Nageotte, *Sur la possibilité d'utiliser, dans la pratique chirurgicale, les greffons de nerfs fixés par l'alcool* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. 80, 1917, p. 925).

(²) Séance du 14 juin 1920.

distillée. Lorsque la majeure partie du chloroforme est distillée, on verse le liquide dans une capsule et l'on continue l'évaporation au bain-marie. Vers la fin de l'opération, alors que la partie superficielle est encore bien liquide, on constate au fond de la capsule la présence d'une couche plus dense d'aspect gélatineux, mais homogène, qui tend au fur et à mesure de l'évaporation à se séparer au sein même de la solution. De fait, lorsque le chloroforme est évaporé, on trouve au fond de la capsule, une masse dure, résistante de couleur chamois.

Si avant la fin de l'opération cette matière a été divisée par agitation, elle se présente en fragments plus ou moins volumineux de même aspect et de même consistance que précédemment. On sépare ces morceaux directement à la main ou après fusion du corps gras; on les lave à l'éther pour enlever la substance grasse adhérente, puis on les redissout dans le chloroforme qui par évaporation abandonne une masse de couleur blanc rosé, de consistance élastique, rappelant celle du caoutchouc ou mieux de la gutta-percha. Cette substance renferme encore de la matière grasse interposée. Pour la purifier, on la dissout dans le chloroforme et l'on précipite par l'éther. Le produit se précipite alors sous forme d'une masse gélatineuse blanchâtre et la graisse reste en solution dans l'éther. Ce traitement est répété deux fois, et finalement la substance est redissoute dans le chloroforme qui abandonne par évaporation un produit complètement blanc, d'aspect corné, et moins élastique qu'avant la purification.

1500^g de bacilles secs soumis au traitement ont fourni environ 7^g de produit.

Ce corps est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'éther de pétrole, les huiles. A l'état pur il se dissout à la longue dans le chloroforme à froid. Il n'est pas soluble dans la benzine ou le xylol froids, ces solvants doivent être maintenus à l'ébullition très longtemps pour en amener la dissolution.

Il est surtout très soluble dans le chloroforme à chaud en donnant une solution visqueuse. Si l'on abandonne à l'air une solution chloroformique diluée dans un petit cristallisoir, on obtient par évaporation spontanée une mince pellicule translucide d'aspect vitreux analogue à une pellicule de collodion ou d'acétate de cellulose. Pour rappeler cette propriété physique, nous avons donné à ce corps le nom de *hyalinol*, de ὑάλινος « qui a la transparence du verre ».

Il se ramollit, plutôt qu'il ne fond, à 175°.

La composition centésimale de ce corps est donnée par la combustion qui nous a fourni les chiffres suivants :

C	55,50	pour 100
H	7,15	»
O	37,35	»

Traité à l'ébullition par une solution aqueuse de soude au quart, il dégage

une odeur agréable de jasmin. La saponification est d'ailleurs lente à se faire avec une masse aussi compacte. La solution sodique épuisée à l'éther abandonne au solvant une petite quantité de corps à odeur de jasmin et de mimosa. La solution sodique décomposée par l'acide chlorhydrique est reprise par l'éther; l'éther est séché sur du sulfate de soude anhydre, après évaporation spontanée il reste un acide cristallisé en tables transparentes à odeur butyrique désagréable, fondant à 71°, après purification.

Cet acide est de l'acide crotonique mêlé à de l'acide isocrotonique qui lui communique l'odeur butyrique intense.

Nous n'avons pas poursuivi plus loin l'étude de ce produit, nous réservant de la compléter lorsque nous serons en possession d'une plus grande quantité de matière.

BIOLOGIE. — *Sur la formation de races asporogènes du* Bacillus anthracis. *Atténuation de sa virulence.* Note (¹) de M. E. **Ducloux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On connaît l'influence considérable qu'exercent les milieux de culture sur le développement, la structure et les propriétés biologiques de la bactéridie charbonneuse. Depuis 1916, nous avons étudié l'action de milieux d'origine végétale sur cette bactéridie. Comme milieux de culture, nous avons choisi les tissus végétaux qui contiennent en abondance des hydrates de carbone et plus particulièrement des mucilages. A la suite de différents essais, nous avons retenu, en dernière analyse, les tissus de l'*Opuntia vulgaris*. On extrait une partie des sucs cellulaires des tissus collenchymateux dépourvus de chlorophylle par macération, décantation et filtration. Ces produits renferment, selon les périodes de végétation et en proportions variables, des mucilages, de l'amidon, des sucres, des sels de chaux, de potasse, etc. Après une série d'essais préliminaires, nous avons préféré les solutions diluées.

Après stérilisation, ce milieu a été ensemencé avec des races recueillies sur différents points de la Tunisie et mis à l'étuve à 37°; 24 heures après, nous avons constaté qu'il est facile, par des passages successifs, d'obtenir de nouvelles cultures dans ce même milieu. A l'examen, le mycélium est plus mince, peu ondulé, relativement court et se fragmente facilement. Il prend le Gram. A partir du 38ᵉ passage, la faculté

(¹) Séance du 14 juin 1920.

de sporuler se perd complètement. Les cultures de passage successifs ne sont plus vivantes au 30e jour. Ensemencée en bouillon de bœuf peptoné, la sporulation ne se révélait pas au 40e passage. Quatre séries successives de cobayes n'ont pas fait reparaître non plus la sporulation. Devons-nous conclure que ces formes asporogènes sont définitivement acquises ? Nous estimons que les résultats obtenus ne sont pas suffisants pour permettre de le déclarer. Seule, l'expérience montrera si cette modification est définitive.

En ce qui concerne la virulence de ces races asporogènes, nous avons reconnu qu'à partir du 40e passage, elle était diminuée, comme l'indiquent, parmi plusieurs autres, les expériences suivantes :

23 cobayes sont inoculés avec $\frac{1}{8}$ de centimètre cube d'une culture de 48 heures. Résultats : 2 meurent de charbon du 3e au 5e jour.

Au 70e passage, l'atténuation est plus accentuée :

1° 30 cobayes reçoivent sous la peau $\frac{1}{4}$ de centimètre cube. Résultats : 1 meurt le 4e jour.

2° 30 moutons de races françaises sont inoculés dans les mêmes conditions. Résultats : ces animaux n'ont présenté aucun signe morbide.

Au 130e passage :

1° 36 cobayes reçoivent 3^{cm^3} d'une culture de 2 à 3 jours. Résultats : 1 meurt charbonneux le 7e jour.

2° 60 moutons reçoivent 1^{cm^3} et 17 bouvillons $0^{cm^3},5$ d'une culture de 3 jours. Résultats : aucune ne présente de symptômes morbides.

Dans une autre série d'expériences, 24 moutons ayant reçu 1^{cm^3} sont éprouvés 15 jours aprés l'inoculation, avec une culture virulente. Ils résistent, tandis que 4 cobayes et 2 moutons témoins succombent le 3e jour.

Ces résultats nous ont incité à étudier l'action des produits retirés des parties externes de la graine du *Linum usitatissimum*. Cette graine renferme des mucilages, des matières grasses, de l'aleurone, de la résine, du tanin, des glycérophosphates, etc.

Ensemencé dans ce milieu après stérilisation, le *Bacillus anthracis* s'est développé après 24 heures. Mis à l'étuve à 37°, sa multiplication ne le cède en rien, quant à l'abondance, au milieu précédent. Des passages nombreux ont pu être faits. L'examen des cultures de ces différents passages révèle l'existence de bacilles sporulant très rapidement et montre que la sporulation est complète vers le 15e jour. Ces spores présentent l'aspect de celles qu'on obtient sur gélose ordinaire. Elles résistent au chauffage au bain-marie à 70° pendant 20 minutes. Dans les derniers passages, nous remarquons la présence de mycéliums (en plus ou moins grande quantité) qui ne sporulent pas. D'après ces constatations, il est vraisemblable qu'en augmentant le nombre des passages, on obtienne des variétés de bactéridies qui auront perdu la propriété de sporuler. Jusqu'au 75e passage, ces cultures sont aussi virulentes que

celles obtenues en bouillon de viande. A partir du 114e passage, elles subissent une atténuation marquée.

Nous ne relaterons ici, parmi les nombreuses recherches que nous avons faites, que deux expériences types.

1° Le 6 janvier 1919, 11 cobayes reçoivent sous la peau 3^cm³ d'une culture du 118e passage. Vingt-quatre heures après l'inoculation, il se produit au point injecté un œdème qui durcit après la 48e heure pour régresser et disparaître ensuite. Résultats : 2 meurent charbonneux le 4e jour, un autre le 8e jour.

2° Le 6 mai suivant, 20 cobayes reçoivent 3^cm³ d'une culture du 125e passage. Il est constaté la même réaction locale que sur le lot précédent. Résultats : 1 cobaye meurt charbonneux le 4e jour et 2 autres le 7e jour.

De l'ensemble de ces faits, il se dégage que des modifications profondes existent dans la structure et la constitution du cytoplasme du *Bacillus anthracis*. Ce bacille, ainsi modifié dans sa composition chimique et biologique, ne possède plus la capacité de sécréter en quantité suffisante des produits spéciaux empêchant la phagocytose de réaliser tous ses actes. En effet, quand on inocule des cultures qui ne tuent plus le cobaye avec 3^cm³, l'examen des tissus atteints par l'injection montre que les leucocytes ont englobé rapidement et presque en totalité ces bactéridies.

A notre avis, les expériences effectuées sur les cobayes, les moutons et les bouvillons ne sont pas encore assez nombreuses pour permettre de tirer des conclusions définitives. Toutefois, elles fournissent des indications suffisantes pour rechercher le degré d'immunité que les cultures peuvent conférer à l'organisme animal.

HYGIÈNE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences de transmission d'une épidémie chez les animaux par l'intermédiaire de l'air. Influence de la température.* Note de MM. **A. Trillat** et **Mallein**, présentée par M. Roux.

L'étude expérimentale des propriétés des gouttelettes microbiennes en suspension dans l'atmosphère a montré qu'elles pouvaient être localisées en un point donné sous diverses influences, notamment par un abaissement rapide de température. Les mêmes expériences ont montré, en outre, que le transport des gouttelettes microbiennes pouvait s'effectuer à distance lorsque, par exemple, le terrain de culture était placé dans un récipient refroidi et situé à plusieurs mètres du nuage microbien avec lequel il était en communication.

Jusqu'ici, la démonstration de l'influence du refroidissement sur les gouttelettes microbiennes n'avait été réalisée que par des expériences *in vitro*. Il était intéressant de se rendre compte si, en remplaçant les terrains classiques de culture microbienne par des organismes vivants, on pouvait traduire par une augmentation de mortalité ou une épidémie ce qui correspondait dans nos expériences de laboratoire à une augmentation de colonies microbiennes.

Le problème consistait donc, en s'inspirant des résultats acquis, à plonger des animaux, préalablement refroidis ou chauffés, dans des atmosphères microbiennes, où à les placer dans des régions refroidies en communication avec elles, de façon à chercher à leur communiquer à volonté une épidémie bien caractérisée. Remarquons que ces essais diffèrent essentiellement de ceux des auteurs qui ont étudié sur des animaux inoculés, l'influence du froid sur l'évolution d'une maladie (cas du choléra des poules).

Nous avons étudié les conditions permettant de réaliser cette expérience. Après plusieurs tâtonnements concernant le choix d'un microbe et d'un animal appropriés à la nature et à la commodité des essais, nous nous sommes adressés au bacille paratyphique découvert et étudié par Danysz, qui communique à la souris une maladie bien caractérisée et dont l'évolution est facile à suivre. Deux séries d'essais A et B ont été instituées. Dans l'une, on a cherché à contagionner les souris en les plongeant directement dans une atmosphère microbienne de paratyphique; dans l'autre, les souris expérimentées étaient placées à une certaine distance de l'atmosphère microbienne. Ces deux cas que l'on se proposait d'examiner *in vivo* correspondent bien à ceux des anciennes expériences *in vitro* [1].

A. *Contagion directe*. — L'atmosphère microbienne a été préparée en humidifiant d'abord l'air de trois récipients et en y pulvérisant $0^{cm^3},5$ d'une émulsion aqueuse de paratyphique provenant du raclage superficiel de 2^{cg} d'une culture de microbe sur gélose diluée dans 100^{cm^3} d'eau. La température étant de 18°, on plongeait 2 minutes après la pulvérisation, les grosses gouttelettes étant tombées, les souris immobilisées par des ligatures dans chaque récipient de façon à ce qu'elles fussent éloignées de tout contact avec les parois des récipients. La durée de la suspension des souris dans l'atmosphère microbienne variait de 1 à 3 minutes.

---

[1] TRILLAT et FOUASSIER, *Action du refroidissement sur les gouttelettes microbiennes* (*Comptes rendus*, t. 158, 1914, p. 1441).

Un lot de souris était préalablement porté dans une étuve à une température de 40° tandis qu'un autre lot était placé dans une glacière; un troisième lot restait à la température du laboratoire. Après chaque expérience, les souris étaient isolées et observées pendant l'espace d'un mois. Des essais préalables nous avaient en effet montré que la mort des souris provoquée par l'inhalation de gouttelettes microbiennes survenait à plus longue échéance que dans le cas de l'ingestion. Après chaque décès, les souris étaient autopsiées et leur sang examiné. Voici à titre d'exemple les résultats, exprimés pour plus de clarté en pourcentage, fournis par quelques expériences.

Mortalité des souris préalablement exposées à des températures différentes dans des atmosphères contaminées par le B. paratyphique.

Numéros des essais.	Durée d'exposition. (en minutes).	Chauffage préalable de la souris (pour 100).	Sans chauffage (pour 100).	Souris refroidies (pour 100).
I................	1	0	40	100
II...............	3	25	20	80
III..............	2	10	20	90

L'influence de la température sur la mortalité des souris exposées dans les mêmes atmosphères microbiennes est manifeste : on voit que pour des différences de températures notables il peut même arriver que la mortalité soit nulle ou totale.

B. *Contagion à distance.* — Un récipient A de 50^l de capacité est relié par un tube horizontal de 10^m de longueur sur 2^{cm} de diamètre avec un récipient B de 20^l renfermant douze souris.

Les deux récipients étant à la même température de 16°, on provoque la formation d'un nuage microbien de paratyphique dans le récipient A. Quand les grosses gouttelettes sont tombées et que l'air du récipient est devenu transparent on met en communication les deux récipients. On retire les souris du récipient B après 20 minutes d'exposition et on les met séparément en observation pendant 4 semaines. *Résultats :* Toutes les souris sont restées vivantes. Il n'y a pas eu contagion.

On recommence l'expérience avec un deuxième lot de souris, mais en ayant soin de refroidir le récipient B à une température de — 2° ou 3°. *Résultats :* 5 souris sur 12 ont été contagionnées et moururent entre le quinzième et le vingt et unième jours après l'expérience.

L'influence du refroidissement des souris placées dans l'atmosphère microbienne, ou hors cette atmosphère, a donc eu pour effet de déclancher

en quelque sorte sur elles l'épidémie qui ne s'est pas manifestée chez les animaux quand les conditions de température étaient différentes.

Il n'est pas sans intérêt de faire observer que dans le premier cas les animaux ont été contagionnés au sein même du milieu contaminé, tandis que dans le deuxième cas, la contagion s'est produite à une distance notable du foyer microbien. Dans ces derniers essais, la transmission de l'épidémie est due au transport des germes à travers les couches d'air séparant les souris du foyer microbien.

Il semble au premier abord que l'on peut expliquer ces résultats par un simple phénomène de condensation dû au refroidissement. En réalité ce phénomène est plus compliqué car, dans nos essais il y a en plus de la condensation de la vapeur d'eau contre une surface ou une région refroidie, un véritable transport de particules solides constituées en l'espèce par les microbes renfermés dans des gouttelettes d'eau dont ils formaient vraisemblablement le noyau.

Si l'on admet maintenant l'existence forfuite des gouttelettes microbiennes dans le voisinage des malades, surtout dans les locaux fermés, on est en droit de supposer, à la suite de nos résultats, que l'abaissement de température peut être, dans certaines circonstances, un facteur favorable à la contagion. Par contre, les mêmes résultats font penser que l'on pourrait tirer parti dans la pratique de l'utilisation rationnelle du froid et de la chaleur pour en diminuer les chances. L'air n'a été dans nos essais qu'un intermédiaire ayant servi de support aux gouttelettes microbiennes, véhicules de la contagion. Il n'y a donc pas eu d'ensemencement de l'air dans le véritable sens du mot : quand on parle de transmission des épidémies par l'intermédiaire de l'air on doit donc faire intervenir dans la majeure partie des cas la notion d'humidité [1] et celle de la présence des gouttelettes microbiennes.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Lésions pulmonaires déterminées par les corps vésicants.* Note de MM. **A. Mayer**, **Guieysse**, **Plantefol** et **Fauré-Fremiet**, présentée par M. Henneguy.

Nous avons étudié expérimentalement chez le Chien, le Lapin, et le Cobaye, les lésions pulmonaires déterminées par l'inhalation de certains corps vésicants vaporisés ou pulvérisés ; nous avons pu comparer les résultats

---

[1] Trillat et Mallein, *Sur le sort des projections microbiennes dans l'air* (*Influence de l'humidité*, t. 170, 1920, p. 1291).

de ces recherches à ceux qu'a donné l'étude histologique des lésions déterminées chez l'Homme par ceux de ces corps utilisés par l'ennemi. Nous décrirons successivement les lésions de l'arbre bronchiques, puis les lésions du parenchyme pulmonaire en prenant comme type de corps vésicant, le sulfure d'éthyle dichloré.

Dans une Note précédente (1) nous avons étudié au point de vue anatomopathologique les effets de l'inhalation des gaz suffocants. Dans le cas des corps vésicants, les lésions immédiates sont plus profondes car elles entraînent une véritable destruction des tissus atteints ; elles sont plus complexes, car on observe presque toujours l'association de congestion, d'œdème et de nécrose ; elles ont une répartition topographique particulière enfin, car les corps vésicants agissant sous la forme de gouttelettes ou de particules, celles-ci peuvent déterminer, au point quelconque où elles atteignent les tissus pulmonaires, un délabrement sérieux, alors qu'une région voisine de ce point demeurera presque normale ; ainsi peut-on voir de très petites bronchioles dont une moitié seulement est désorganisée, l'autre moitié demeurant saine.

Trachée et bronches. — Après l'inhalation de sulfure d'éthyle dichloré l'épithélium de la muqueuse trachéale ou bronchique est toujours fortement atteint ; il peut être disloqué ou même abrasé ; le chorion est intensément congestionné ; et ses faisceaux conjonctifs sont dissociés par un œdème plus ou moins considérable, rapidement enfin toute l'épaisseur des tissus lésés s'infiltre de leucocytes et bientôt après la surface de la muqueuse se trouve recouverte par un transsudat fibrineux purulent qui se concrète en larges couennes diphtéroïdes. Ces fausses membranes épaisses et volutées peuvent dans les cas graves obstruer totalement les voies trachéo-bronchiques ; elles se détachent facilement par places en entraînant les débris de l'épithélium tandis qu'ailleurs elles restent adhérentes au chorion et font corps avec sa région superficielle nécrosée. Ces lésions peuvent s'étendre au larynx et à l'épiglotte, le caractère dominant étant alors l'œdème de la sous-muqueuse.

Les bronches moyennes et les bronchioles montrent des altérations identiques ; cependant les fausses membranes y sont moins développées, tandis que la lumière du conduit aérien peut être entièrement remplie par une masse purulente issue des alvéoles pulmonaires nécrosées.

Parenchyme pulmonaire. — Comme pour la muqueuse trachéo-bron-

---

(1) MAYER, GUIEYSSE et FAURÉ-FREMIET, *Lésions pulmonaires déterminées par les gaz suffocants* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1476).

chique, la première lésion du tissu alvéolaire déterminée par le sulfure d'éthyle dichloré est une destruction, accompagnée d'une congestion intense.

Rarement on observe le début d'une réaction épithéliale comparable à celle qui peut suivre l'atteinte légère par un gaz suffocant. Les cellules se desquament, se vacuolisent et dégénèrent, tandis que les leucocytes pénètrent en masse les lames conjonctivo-épithéliales, et, à travers leurs parois désorganisées, envahissent l'alvéole. Il se forme ainsi des points purulents, souvent localisés.

A ces lésions directes, et au grand envahissement leucocytaire qu'elles déterminent, se superposent presque toujours l'œdème et l'hémorragie. On observe alors des territoires pulmonaires d'aspect massif, totalement envahis soit par des masses purulentes, soit par du sang, soit par un transsudat fibrineux et hémorragique enrobant des cellules épithéliales desquamées, turgescentes et vacuolisées, de nombreux leucocytes en cytolyse et renfermant toujours du pigment ocre. Cet aspect histo-pathologique, dominé par les lésions de la pneumonie, est bien différent de celui que nous avons précédemment décrit à propos de l'action des gaz suffocants et qui est avant tout caractérisé par l'œdème clair massif.

A côté de ces régions profondément nécrosées, on peut observer des territoires où le parenchyme, moins profondément atteint, est en collapsus; les parois alvéolaires sont épaissies tant par le gonflement de leurs éléments cellulaires que par la turgescence de leurs capillaires ectasiés. Les cavités alvéolaires peuvent être réduites à une simple fente virtuelle que la confluence des éléments épithéliaux peut rendre indéchiffrable.

L'évolution des lésions que nous venons de décrire conduit fréquemment à la gangrène; les leucocytes, les cellules épithéliales desquamées et les éléments des parois alvéolaires se nécrosent et constituent bientôt un magna qui nourrit de nombreuses colonies microbiennes et dans lequel le seul indice d'une organisation antérieure est donné par les fibres élastiques qui demeurent colorables.

Phénomènes de cicatrisation. — Lorsque les lésions déterminées par l'inhalation de sulfure d'éthyle dichloré sont réparables, la cicatrisation s'effectue dans le parenchyme par un processus analogue à celui que Letulle a pu observer après la pneumonie franche. Les bouquets fibrineux qui occupent les cavités alvéolaires sont le siège d'une pénétration conjonctive qui les organise peu à peu en forme de bourgeons vascularisés,

tandis que la surface se recouvre d'un épithélium cuboïde. D'autres régions du parenchyme pulmonaire, dont les bronchioles sont obstruées par des restes de fausses membranes ou par des végétations conjonctives cicatricielles, sont atélectasiées et les parois alvéolaires se recouvrent également d'un épithélium cubique. Dans l'un ou l'autre cas les zones où se manifestent ces phénomènes de réparation semblent avoir perdu toute capacité fonctionnelle.

Conclusions. — L'inhalation d'un corps vésicant, tel que le sulfure d'éthyle dichloré détermine un ensemble de lésions pulmonaires, bien distinct au point de vue anatomo-pathologique de celui qu'on observe après l'action des gaz suffocants. L'aspect macroscopique de l'appareil respiratoire tout entier témoigne d'ailleurs de cette différence : soit qu'on observe la muqueuse trachéale œdématiée, piquetée de taches hémorragiques et de points de sphacèle, ou recouverte de larges fausses membranes fibrineuses ou d'enduits purulents, soit qu'on regarde l'aspect des lobes pulmonaires, tachetés et marbrés de rouge avec des zones plus sombres d'infarctus, ou qu'on en palpe les régions indurées.

Le mécanisme même de la mort est absolument distinct dans ce cas de celui que nous avons signalé relativement aux gaz suffocants; on peut en effet considérer des causes immédiates telles que l'obstruction des voies aériennes, par les fausses membranes ou les moules purulents, apportant un obstacle mécanique aux échanges respiratoires et déterminant l'asphyxie par défaut d'oxygène et accumulation dans le sang d'acide carbonique; et des causes secondaires qui entraînent la mort par un mécanisme analogue à celui de la broncho-pneumonie. Mais le plus souvent, chez l'Homme en particulier, ce sont les lésions de bronchite capillaire qui entraînent à brève échéance une issue fatale.

A 16 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 heures trois quarts.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 3 mai 1920.)

Note de M. *J. Nageotte*, Croissance, modelage et métamorphisme de la trame fibrineuse dans les caillots cruoriques :

Page 1076, ligne 1, *au lieu de* conditions physiologiques, *lire* conditions pathologiques.